

广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 资源储量核实报告

提交单位：始兴县自然资源局

编写单位：广东省核工业地质调查院

二〇二三年六月

广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 资源储量核实报告

提交单位：始兴县自然资源局

编写单位：广东省核工业地质调查院

项目负责：胡欣昌

技术负责：曾志军

水文组：全守奖 杨放丹

报告编写：胡欣昌

曾志军

徐桐

汪廷棣

全守奖

全守奖

报告审核：雷远征

单位负责：莫济海

莫济海

报告提交日期：2023 年 6 月

摘 要

广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿位于位于始兴县城区约 173° 方位，平距 32km 处，行政上属始兴县司前镇管辖。矿区中心地理坐标为：东经 $114^{\circ}08'01''$ ，北纬 $24^{\circ}39'59''$ 。

2022 年 1 月~2023 年 5 月，广东省核工业地质调查院组织地质、水工环、测量相关技术人员进驻矿区进行地质勘查工作，通过资料收集、野外地质调查、钻探、槽探、采样分析、资料整理等工作，基本查明了矿区的地质情况及矿体特征。

矿区范围出露地层为第四系残坡积层，出露岩浆岩为早侏罗世侵入体 ($J_1^{1c}\eta\gamma$) 和晚侏罗世侵入体 ($J_3^{2a}\eta\gamma$)。

矿体赋存于晚侏罗世侵入体花岗岩中，岩性为中细粒二云母二长花岗岩，勘查区内为陶瓷土矿及瓷石矿，矿体编号为 V_I 和 V_{II} 。

V_I 矿体：位于强风化中细粒二云母二长花岗岩中，为陶瓷土矿，矿体沿地形分布，呈层状、似层状产出，边界规则，出露标高+635.64~+479.24m，矿体埋深为 0.8~5.0m 之间，平均埋深 2.40m；矿体沿走向、倾向、厚度方向经工程控制，基本连续对应，层位较稳定。矿体东西宽度为 224.8~494.8m，南北长度为 858.6m，矿体厚度在 6.2~56.7m 之间，平均厚度 32.42m。矿体形态简单，矿体规模属大型。

V_{II} 矿体：位于中风化中细粒二云母二长花岗岩中，为瓷石矿，边界规则，出露标高为+600.40~+460.02m，矿体上部为强风化花岗岩，矿体平均埋深 32.42m，矿体沿走向、倾向、厚度方向经工程控制，基本连续对应，层位较稳定。矿体东西宽度为 224.8~494.8m，南北长度为 858.6m，钻孔未揭穿该层矿体，根据勘探线剖面，推断其平均厚度为 43.81m。矿体形态简单，矿体规模属大型。

陶瓷土矿中 Al_2O_3 含量平均为 17.91%， Fe_2O_3 含量平均为 0.97%， TiO_2 含量平均为 0.07%， $Fe_2O_3+TiO_2$ 含量平均为 1.04%；瓷石矿中 Al_2O_3 含量平均为 14.83%， Fe_2O_3 含量平均为 0.80%， TiO_2 含量平均为 0.06%。矿石各化学成分变化较小，质量较稳定，矿石中有害组分含量基本不影响矿石质量。矿石中天然放射性核素镭—226、钍—232、钾—40 的放射性比活度满足 $I_{Ra}<1.0$ 和 $I_r<1.0$ 的要求，矿石质量均达到相应规范要求，可作为建筑主体材料和 A 类装饰装修材料。

本矿床开采技术条件属水文地质条件简单、工程地质条件中等，环境地质条件

中等的（Ⅱ-4 类）类型。

通过本次核实工作，经估算，截至 2022 年 12 月 31 日，拟设采矿权范围内累计查明陶瓷土矿资源量矿石量为 16296.35kt（其中控制资源量矿石量为 16100.12kt，推断资源量矿石量为 196.23kt），累计消耗资源量 355.76kt，保有陶瓷土矿控制+推断资源量矿石量 15940.59kt（其中控制资源量矿石量为 15744.36kt，推断资源量矿石量为 196.23kt）；累计查明瓷石矿推断资源量矿石量为 26688.62kt。

矿床剥采比为 0.038。

经概略研究，矿床开发经济意义良好，可投资开发。资源利用率 100%，采矿回收率 95%，按年设计开采矿石 $100 \times 10^4 \text{t}$ 计算，该矿山生产服务年限达 40.5 年。

目 录

1 前言.....	1
1.1 概况	1
1.2 以往地质工作概况	7
1.3 矿区开发现状	8
1.4 本次工作及主要地质成果	8
2 工作区地质.....	10
2.1 区域地质	10
2.2 矿区地质	11
3 矿床地质特征.....	15
3.1 矿体形态、产状及规模	15
3.2 矿石质量	15
3.3 覆盖层、围岩与夹石	26
3.4 综合评价	28
4 矿石加工选冶技术性能.....	33
5 开采方法.....	33
6 矿床开采技术条件.....	35
6.1 水文地质条件	35
6.2 工程地质条件	38
6.3 环境地质条件	41
6.4 开采技术条件小结	43
6.5 绿色矿山勘查	43
7 勘查工作及其质量评述.....	49
7.1 勘查工作方法及其工程布置原则	49
7.2 勘查工程及其质量评述	49
7.3 地形测量、地质勘查工程测量及其质量评述	55
7.4 地质填图工作及其质量评述	56
7.5 水文地质、环境地质、工程地质工作及其质量评述	57

7.6 采样、化验和岩矿鉴定工作及其质量评述	57
8 资源储量估算.....	64
8.1 工业指标	64
8.2 估算范围、对象	64
8.3 估算方法选择	64
8.4 矿体圈定原则	65
8.5 块段划分及矿体储量类别	65
8.6 参数确定	66
8.7 资源/储量估算结果	68
9 矿床开发经济意义概略研究.....	77
9.1 国内资源状况、市场供求及价格	77
9.2 矿床的资源储量、矿石加工技术性能及矿床开采技术条件	77
9.3 供水、供电、交通运输等外部条件概况	77
9.4 矿山产出规模、服务年限及产品方案	77
9.5 预计的开采方式、开拓方式、采矿方法	78
9.6 评价方法的选择及技术经济指标的选取	78
9.7 经济效益计算	78
9.8 企业经济效益和社会效益、环境保护问题	80
9.9 综合评价	80
10 结论.....	81
10.1 勘查工作程度及主要成果	81
10.2 矿床成矿基本规律及远景评价	81
10.3 开采技术条件和地质环境问题评价	81
10.4 今后生产地质勘查和矿山开采的建议	82

【附图】

顺序号	图 号	图 名	比例尺
1	I-1	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿地形地质图	1:2000
2	II-2	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿实际材料图	1:2000
3	II -1	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 1 号勘探线地质剖面图	1:1000
4	II -2	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 2 号勘探线地质剖面图	1:1000
5	II -3	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 3 号勘探线地质剖面图	1:1000
6	II -4	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 4 号勘探线地质剖面图	1:1000
7	II -5	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 5 号勘探线地质剖面图	1:1000
8	II -6	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿 6 号勘探线地质剖面图	1:1000
9	II -7	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿现矿区 I - I' 、 II - II' 、 III-III' 、 IV-IV' 、 V - V' 地质剖面图	1:1000
10	III-1	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿资源储量估算平面图	1:2000
11	III-2	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区瓷石矿资源储量估算平面图	1:2000
12~53	IV-1~IV-42	广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿钻孔柱状图	1:200

【附表】（单独成册）

- 1、单工程样品分析结果统计表；
- 2、内外检分析检查结果表；
- 3、剖面矿层平均化学成分结果表；

【附件】

- 1、勘查项目任务委托书（复印件）；
- 2、岩矿鉴定报告（复印件）；
- 3、检测报告（基本分析、内外检、组合分析）（复印件）；
- 4、岩石物理力学性质检测报告（复印件）；
- 5、放射性检测报告（复印件）；
- 6、稀土分析检测报告（复印件）；

- 7、陶瓷土淘洗率试验报告及水筛精矿检测报告（复印件）；
- 8、建设用砂淘洗率及砂物理性能检测报告（复印件）；
- 9、瓷石小体重检测报告（复印件）；
- 10、地表水水样检测报告（复印件）；
- 11、土样检测报告（复印件）；
- 12、测量资质证书（复印件）；
- 13、始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿采矿证副本（复印件）
- 14、《广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿普查报告》评审意见书（粤资储评审字[2010]228 号）；
- 15、报告编写人员职称证书（复印件）；
- 16、资料真实性承诺书；
- 17、矿区航拍图；
- 18、野外验收意见书；
- 19、始兴县政府十六届第 18 次常务会议纪要。

1 前言

1.1 概况

1.1.1 勘查目的和任务

勘查目的：为了促进当地经济社会发展，充分开发和利用当地陶瓷土矿产资源，满足市场发展的需要，受始兴县自然资源局委托，广东省核工业地质调查院（以下简称“我院”）对广东省始兴县司前镇甘太杨梅山矿区陶瓷土矿进行资源储量核实工作，为地方政府设置采矿权提供地质依据。

勘查任务：本次核实工作主要任务是对勘查区采用 1：2000 地质测量、1：1000 地质剖面测量、1：2000 水工环地质测量、钻探工程、槽探工程等勘查方法及岩矿测试等手段，基本查明矿区地质、构造特征；以一定的网度系统的进行工程施工及样品采集，基本查明主要矿体形态、产状、规模和矿石质量，基本查明矿体特征；基本查明矿床开采技术条件，基本查明陶瓷土矿的加工技术性能，开展概略研究，估算推断、控制资源量。

1.1.2 编写依据

本次核实工作主要参照国家标准：

- （1）《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；
- （2）《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T0033-2020）；
- （3）《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）；
- （4）《工程岩体分级标准》（GB/50218-2014）；
- （5）《建设用砂》（GB/T14684-2022）；
- （6）《矿产地质勘查规范 建筑用石料类》（DZ/T0341-2020）；
- （7）《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020）；
- （8）《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T0204-2022）；
- （9）《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）；
- （10）《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）；
- （11）其他相关规范规程。

1.1.3 矿区交通位置

广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿位于始兴县城区约 173°方位，平

距 32km 处,行政上属始兴县司前镇管辖。矿区中心地理坐标为:东经 114°08'01", 北纬 24°39'59"。

矿区有约 4.0km 水泥路向北与县道 X346 相连,再向西经约 6.0km 县道 X346 与省道 S244 线相连,经省道 S244 线往北 40km 可至始兴县城区,往西约 80km 经曲江区小坑镇可至韶关市,矿区经 11.5km 路程可至 G4E 武深高速司前出口,矿区交通条件较为便利(图 1-1)。



1.1.4 采矿权设置

2014 年 11 月 10 日始兴县恒基矿产有限公司取得广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿的采矿权,采矿许可证号为 C4402222014117130136102,经济类型为有限责任公司,开采矿种为陶瓷土,开采方式为露天开采,生产规模为 4.5 万 t/a,有效期限为 2014 年 11 月 10 日至 2020 年 9 月 10 日,矿区面积 0.0266km²,

开采标高：+600m~+535m，矿区范围由 4 个拐点圈围而成，具体坐标见表 1-1。2020 年 9 月采矿证到期后，矿山申请了采矿权延续，现采矿证有效期限为 2021 年 9 月 6 日至 2022 年 9 月 6 日。采矿证到期后，矿山于 2022 年 9 月 6 日已停止开采，因拟在现矿区范围的基础上重新设置该采矿权，故矿山未进行闭坑。

表 1-1 现采矿权范围拐点直角坐标一览表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	2729148.20	38513457.43
2	2729148.20	38513597.43
3	2728958.20	38513597.43
4	2728958.20	38513457.43
矿区面积：0.0266km ² ；开采标高：+600m~+535m		

由于现采矿权范围内的资源储量已不能满足矿山生产需要，2022 年 1 月，始兴县自然资源局拟重新设置采矿权范围，原拟设矿区面积为 0.4426 km²，原拟设开采标高+638~+465m，原拟设矿区范围由 12 个拐点圈围而成，具体拐点坐标见表 1-2；后期勘查过程中发现重点开发利用围绕陶瓷土和瓷石，经与始兴县自然资源局沟通协调，现拟设矿区范围在原拟设矿区的基础上缩小至 0.3273 km²，现拟设开采标高为+638~+480m，现拟设矿区范围由 11 个拐点圈围而成，具体拐点坐标见表 1-3，现采矿权范围与原拟设采矿权范围及现拟设采矿范围套合关系见图 1-2。

拟设矿权内无各类自然保护区、基本农田、生态红线、生态公益林、水源保护地等。

表 1-2 原拟设采矿权范围拐点直角坐标一览表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	2729606.23	38513237.81
2	2729606.23	38513545.92
3	2729522.81	38513545.92
4	2729522.81	38513565.84
5	2729265.63	38513729.8
6	2728793.14	38513729.8
7	2728701.8	38513558.33
8	2728701.8	38513192.33
9	2728771.63	38513192.33
10	2728811.55	38513137.48
11	2729168.59	38513137.48
12	2729168.59	38513237.81
拟设面积：0.4426 km ² ；拟设开采标高：+638m~+465m		

表 1-3 现拟设采矿权范围拐点直角坐标一览表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1	2729560.39	38513321.12
2	2729560.39	38513545.92
3	2729522.81	38513545.92
4	2729265.63	38513729.80
5	2728793.14	38513729.80
6	2728701.80	38513558.33
7	2728701.80	38513234.99
8	2728985.00	38513234.99
9	2729079.00	38513400.00
10	2729144.91	38513400.00
11	2729265.00	38513321.12
面积：0.3273km ² ；开采标高：+638m~+480m		

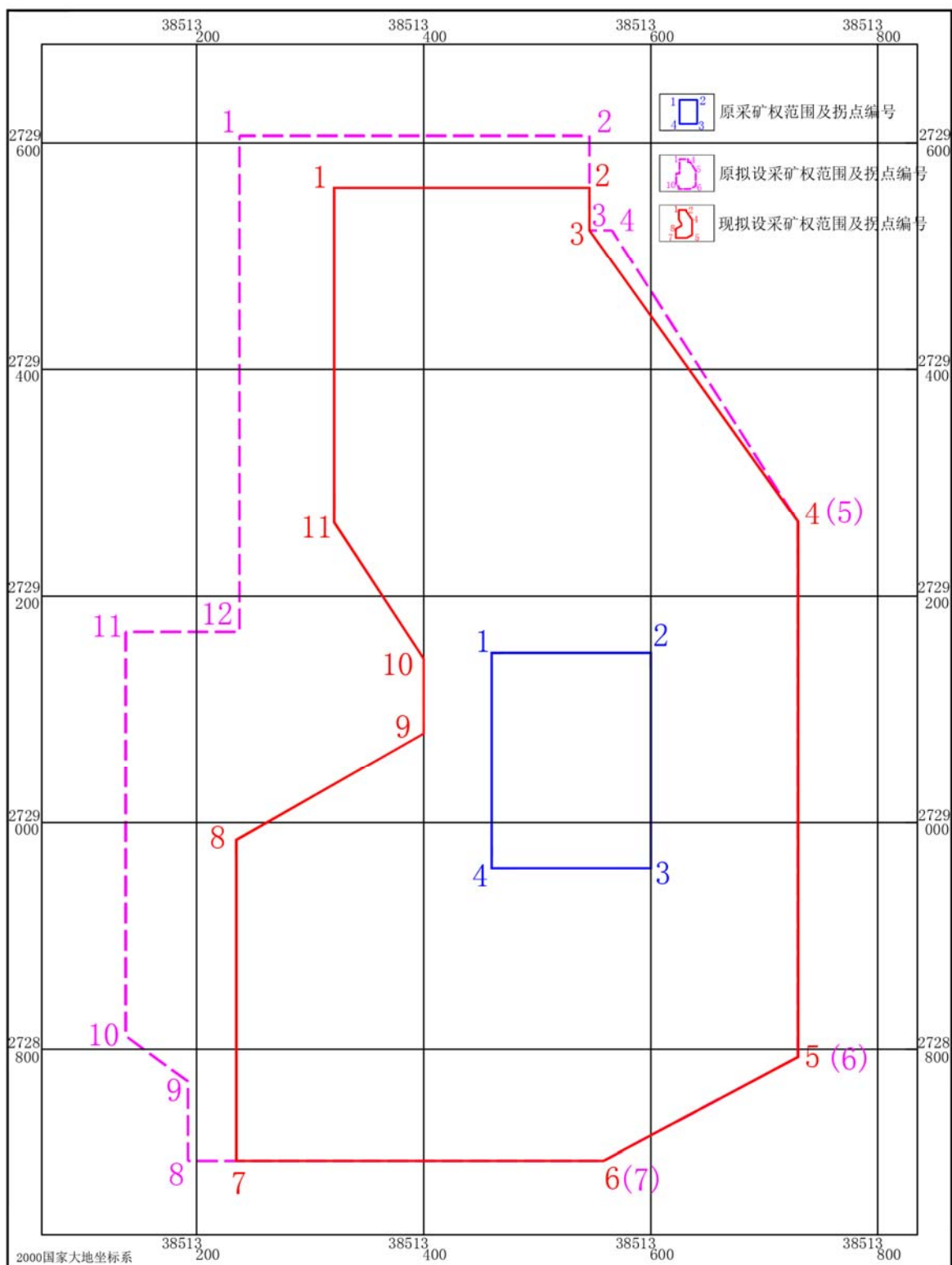


图 1-2 拟设矿业权设置范围套合图

1.1.5 自然地理、气象水文及经济概况

矿区位于南岭山脉中段南缘为低山丘陵地貌，矿区整体地势南北高中间低，东部高西部低，北东部最高点标高+638m，南西部最低处标高+480m，最大相对

高差+173m。矿区周边最低标高位于矿区外围南西侧较低洼处，最低侵蚀基准面为+450m。现矿区经过近几年的露天开采，目前已主要形成+590m、+583m、+575m、+570m、+562m、+555m、+550m、+544m 等多个规则的开采台阶。



照片 1-1 现矿区采矿现状（镜头方向 NE）

矿区内山顶呈浑圆状，山坡自然坡度 $10\sim 30^\circ$ ，沿山脊两侧发育小冲沟，沟谷呈“V”或“U”形，沟谷切割深度一般在 $10\sim 30\text{m}$ 。

根据始兴县气象局资料，本区气候属亚热带季风气候，日照充足，雨量充沛，冬季多干冷的偏北风，夏季多偏南的暖湿气候。多年平均气温 20.2°C ，最高气温 40.4°C ，最低气温 -6.0°C ，冬季有短时霜冻现象。全年平均日照时数 1558.5 小时，多年平均湿度 76%，多年平均降雨量 1558.0mm，日极端降雨量 243.5mm（2010 年 5 月 6 日，司前镇政府气象观测站），始兴县年平均降雨日为 155 天（日降雨量 $>0.1\text{mm}$ ）。4~9 月份为雨季，降雨量占全年降雨量的 68%。10 月至次年 3 月气候干燥，雨量较少。

矿区内地表径流较少，水系较不发育，在矿区外围东南侧工业场地西侧零星分布有四处水塘（沉淀池），在矿区内西南侧山沟处发育有三条地表溪沟，地表溪沟多呈季节性，流量一般在 $0.1\sim 0.25\text{L/s}$ ，三条溪沟水流由东北向西南方向径流，汇集于矿区外 4 个沉砂池中。

矿区周边植被发育，覆盖良好。多以杂树林和灌木丛为主，间夹一些松、杉等经济林，农作物方面以水稻种植为主。矿区所在地区的工业基础相对薄弱，除陶瓷土矿场外，仅有一些大豆育种基地、香菇种植企业及生猪养殖企业等。

1.2 以往地质工作概况

矿区所在地区以往地质工作程度相对较高，先后完成了基础性区域地质调查、多金属矿产勘查、地质灾害调查和区域水文地质调查工作，积累了较丰富的区域地质资料。

1.2.1 区域地质和水文地质

1) 1959 年，广东省地质局 761 队完成了韶关地区 1:20 万区域地质测量及矿产普查，出版 1:20 万韶关幅区域地质图及区域地质测量总结报告；

2) 1959~1963 年，广东省地质局水文工程地质队完成了韶关地区 1:20 万水文地质测量，并编写了韶关等地区区域水文地质资源储量核实报告（草稿），部分地区完成了 1:10 万~1:5 万水文地质测量，编写了相关资源储量核实报告（草稿）；

3) 2005~2009 年，广东省地质调查院完成了 1/25 万连平县幅区调工作，并提交了《1:25 万连平县幅（G50C004001）区域地质调查报告》与连平县幅 1/25 万地质图，为区内提供了区域地质资料。

1.2.2 环境地质

1) 1990 年 4 月~1992 年 3 月，广东省地质环境监测总站完成了 1:50 万广东省地质灾害调查，提交了文字报告及图件，为区内提供了环境地质资料；

2) 1991 年 4 月~1993 年 12 月，广东省地质局水文工程地质一大队完成了 1:50 万广东省环境地质调查，提交了文字报告及图件，为区内提供了区域环境地质资料；

3) 2003 年 12 月 1 日，广东省地质环境监测总站提交了《广东省始兴县地质灾害调查与区划报告》；

4) 2022 年 7 月，韶关市自然资源局提交了《韶关市地质灾害防治“十四五”规划》；

1.2.3 矿区地质工作

2009 年 12 月，核工业二九〇研究所对该区陶瓷土矿进行了普查工作，并于

2010 年 5 月提交了《广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿普查报告》，该普查工作完成 1:1000 地形测量 0.3 km²，1:2000 地质调查 0.2 km²，1:1000 地质剖面测量 360m（3 条），施工浅井 16m（4 个），施工手摇钻 18.8m（2 个），取化学分析样品 13 件，稀土分析样 1 件，放射性分析样 1 件。据该普查报告，截至 2009 年 12 月 31 日，矿区范围内保有推断的内蕴经济资源量（333）419.462kt。该报告经广东省矿产资源储量评审中心评审通过（粤资储评审字[2010]228 号），并已在韶关市国土资源局备案。该范围设置的采矿权已于 2022 年 9 月 6 日到期失效。

1.3 矿区开发现状

始兴县恒基矿产有限公司于 2014 年 11 月 10 日取得由始兴县国土资源局颁发的采矿许可证，生产规模 4.5 万 t/a，矿区面积为 0.0266km²，开采标高：+600m～+535m。由于前期未处理好村民关系，矿山于 2019 年才正式进行开采活动，经过近几年的露天开采，目前已主要形成+590m、+583m、+575m、+570m、+562m、+555m、+550m、+544m 等多个规则的开采台阶，根据本次测量结果，开采现状最高开采标高为+595.38m，最低开采标高为+539.55m。开采方式为露天开采，矿区内未设选场，原矿直接挖机开挖，汽车运输至矿区外围西北侧的堆矿场。矿山已于 2022 年 9 月 6 日到期后停采，因重新设置该采矿权，故矿山未闭坑。

1.4 本次工作及主要地质成果

受始兴县自然资源局委托，我院于 2022 年 1 月～2023 年 1 月组织专业技术人员赴现场开展资源储量核实工作，前期工作采用的图纸是 2022 年 1 月测量的地形图，采矿证到期后对矿区重新进行了测量，本次核实所用底图为 2022 年 12 月实测所得。本次核实先后完成矿区 1:2000 地形测量、1:2000 地质填图、1:2000 水工环地质测量、1:1000 地质剖面测量、钻探工程、槽探工程及较为系统的采样等工作，编制了相关图件，估算了拟设置采矿权范围内的资源储量，编制了资源储量核实报告。本次工作完成的实物工作量见表 1-4。

2023 年 4 月 14 日，始兴县自然资源局组织专家组对该矿区储量核实项目进行了野外验收，并出具了野外验收意见书，指出了矿区野外工作中存在的一些问题，并针对这些问题提出了修改意见，野外工作已基本达到详查要求，专家组一致同意验收。

表 1-4 完成实物工作量表

工作内容		单位	完成工作量	备注
一、地形测绘	1、1/2000 地形图测量	km ²	1.34	矿区范围及外围
	2、GPS 控制点测量 E 级	点	4	
	3、界桩埋设	个	4	
二、地质测量	1、1/2000 地质测量	km ²	0.65	地质点 173 个
	2、1/1000 地质剖面测量	km	3.13	6 条剖面
	3、1:2000 水工环地质测量	km ²	0.65	
三、钻探	机械岩芯钻探 (0~200m)直孔	m	1823.71	42 个钻孔
四、槽探	槽探（土方 0~3m）	m ³	1270.8	
五、岩矿试验	1、基本化学分析	件	1144	
	2、组合分析	件	41	
	3、岩矿鉴定	样	8	
	4、大体重测定	样	5	
	5、抗压强度（饱和）	组	8	
	6、放射性检测	件	4	
	7、淘洗试验	件	3	
	8、建设用砂物理性能测试	件	3	
	9、稀土分析	件	9	
	10、土样	件	2	
	11、水质分析	件	3	
	12、小体重样	件	12	
六、其他地质工作	1、工程点测量	点	42	
	2、勘探线基线测量	km	3.13	
	3、钻探编录	m	1823.71	
	4、采样（岩心样+探槽样）	m	1185	

通过以上工作，基本查明了矿区内陶瓷土矿的成矿地质条件以及矿体的形态、分布范围和变化情况，对矿石的化学组分进行了分析，并根据野外勘查资料，编制了矿区地形地质图并绘制了资源储量估算平面图，按目前陶瓷土矿的一般工业指标要求，结合开采技术条件圈定出矿体，估算了拟设采矿权范围内的资源储量。

经估算，截至 2022 年 12 月 31 日，拟设采矿权范围内累计查明陶瓷土矿资源量矿石量为 16296.35kt（其中控制资源量矿石量为 16100.12kt，推断资源量矿石量为 196.23kt），累计消耗资源量 355.76kt，保有陶瓷土矿控制+推断资源量矿石量 15940.59kt（其中控制资源量矿石量为 15744.36kt，推断资源量矿石量为 196.23kt）；累计查明瓷石矿推断资源量矿石量为 26688.62kt。

2 工作区地质

2.1 区域地质

矿区位于粤北拗陷及赣中南隆起区，全南—安远 NE 断裂带的南西段，具体位于贵东岩体中部（图 2-1）。

2.1.1 区域地层

区域内地层发育不全，主要有寒武系上统水石组（ C_3s ）、奥陶系中下统下黄坑组（ $O_{1-2}xh$ ）、奥陶系上统半坑组（ O_3b ）和第四系大湾镇组（ Q_4dw ）等。

①寒武系上统水石组（ C_3s ）

灰绿—黄绿色条带状或条纹状泥质板岩、绢云母板岩、绢云千枚岩、变质粉砂岩为主，夹变质细粒长石石英砂岩、细粒长石石英杂砂岩、炭质层，含腕足类，厚 1400m。

②奥陶系中下统下黄坑组（ $O_{1-2}xh$ ）

蛋青色、灰黑、灰、灰白色薄层条带状硅质岩、硅质板岩、含硅质泥质板岩夹炭质灰岩、粉砂质泥质板岩，含丰富的笔石，厚 150~278m。

③奥陶系上统半坑组（ O_3b ）

灰绿、浅灰、灰白色厚层状变质细粒石英砂岩、细粒长石石英杂砂岩夹粉砂岩泥质粉砂岩、绢云母板岩、千枚岩，厚 700m。

④第四系大湾镇组（ Q_4dw ）

卵石层、砾石层、砂、粉砂及粘等，厚 1~5.6m。

2.1.2 岩浆岩

区域内燕山期岩浆构造作用频繁，活动期次众多，主要出露4个期次侵入岩，分别为早侏罗世侵入体（ $J_1^{1c}\eta\gamma$ ）、晚侏罗世侵入体（ $J_3^{2a}\eta\gamma$ ）、早白垩世侵入体（ $K_1^{1a}\eta\gamma$ ）和晚白垩世侵入体（ $K_2^{3\lambda\pi}$ ）。

①早侏罗世侵入体（ $J_1^{1c}\eta\gamma$ ）

分布于区域南侧，约占整个区域面积的 40%，为贵东岩体的一部分，呈巨大基岩产出，近东西向展布，主要岩性为中粗粒斑状黑云母二长花岗岩。

②晚侏罗世侵入体（ $J_3^{2a}\eta\gamma$ ）

分布于区域中部，约占整个区域面积的 35%，为贵东岩体的一部分，呈巨大

基岩产出，近东西向展布，主要岩性为中细粒斑状黑云母二长花岗岩，在边缘侵入体上出现中细粒二云母二长花岗岩，为矿区内陶瓷土矿的赋矿层位。

③早白垩世侵入体 ($K_1^{1a} \eta \gamma$)

分布于区域北东部，呈岩枝、岩瘤状出露，早白垩世花岗岩侵入于晚侏罗世二长花岗岩之中，侵入界面呈舒缓波状，倾向围岩，界面清晰，早白垩世侵入体岩性主要为微-细粒黑云母二长花岗岩。

④晚白垩世侵入体 ($K_2^3 \lambda \pi$)

主要分布于区域北东部、北西部，为浅成侵入岩，呈岩枝、岩脉及岩墙状产出，岩性主要为石英斑岩。

2.1.3 区域构造

区域上南东部见北东向中寨断裂，为全南—安远大断裂的主干断裂，切割燕山期贵东岩体，断面倾向北西，倾角 85° ，构造岩由构造角砾岩、糜棱岩组成，岩石泥石化、黄铁矿化，宽约 5m，见石英脉、辉长岩脉穿插。

2.2 矿区地质

2.2.1 矿区地层

矿区地层仅见第四系 (Q) 残坡积层出露，广泛分布于山顶、山坡、山脚及山沟开阔处，岩性为黄褐色、浅黄色砂质粘土、中细粒砂石等，一般厚度在 0.8 ~ 5.0m 之间，平均厚度 2.40m。

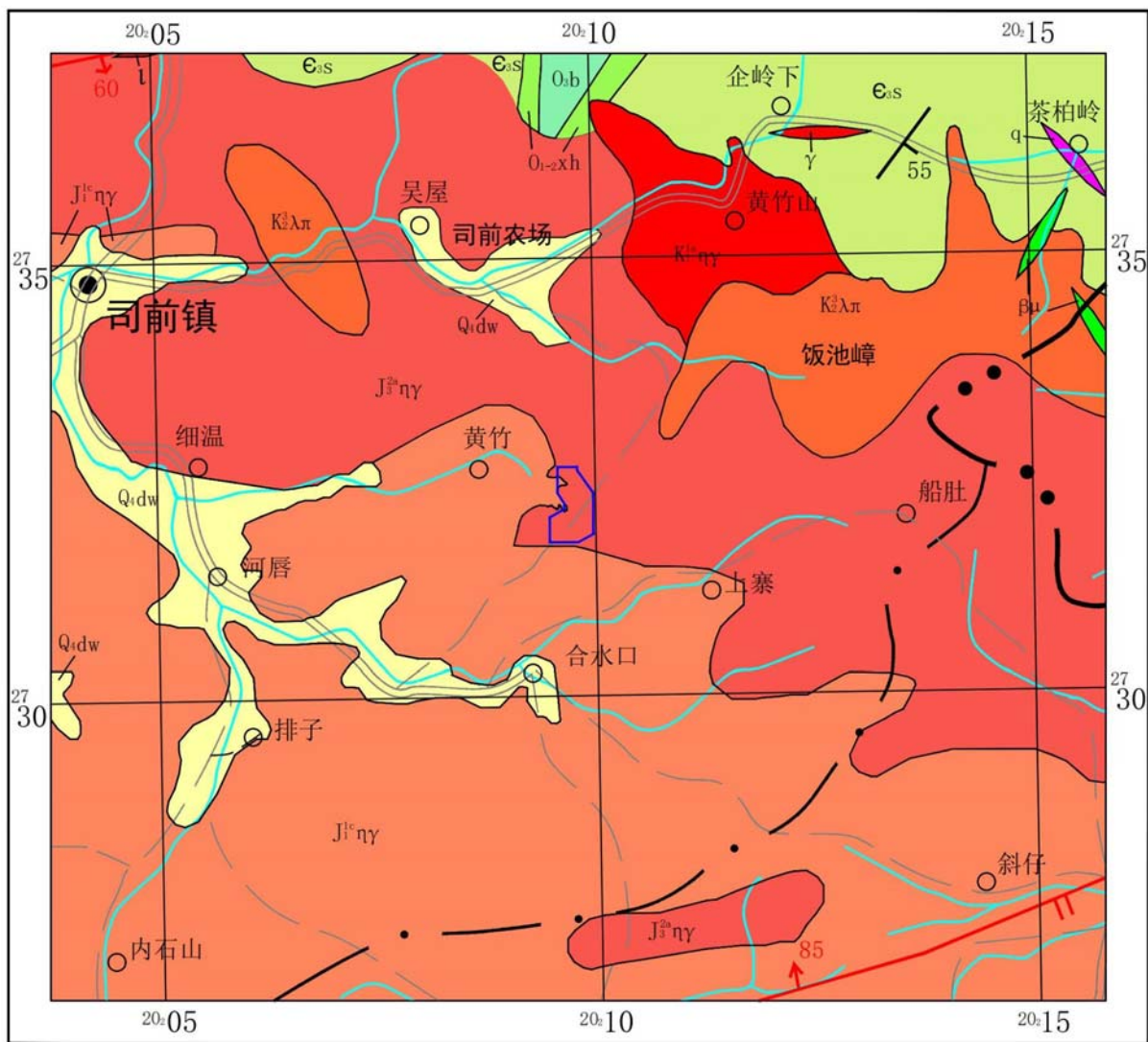
2.2.2 矿区岩浆岩

1、岩浆岩特征

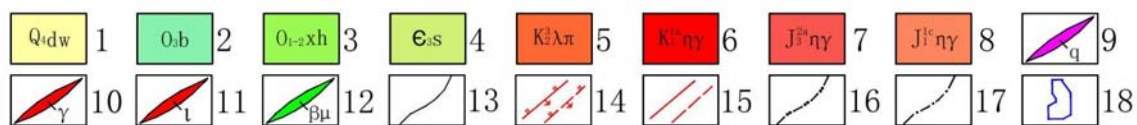
矿区位于贵东岩体的中部，出露 2 个期次侵入体，分别为早侏罗世侵入体 ($J_1^{1c} \eta \gamma$) 和晚侏罗世侵入体 ($J_3^{2a} \eta \gamma$)。

①早侏罗世侵入体 ($J_1^{1c} \eta \gamma$)

分布于矿区北西侧及矿区外围北东侧，呈基岩产出，出露岩性为中粗粒斑状黑云母二长花岗岩，浅红色、灰黄色，似斑状结构，基质为中细粒花岗结构，块状构造；斑晶主要以碱性长石为主，基质主要包括碱性长石、斜长石、石英和黑云母，少量角闪石。



图例



1、第四系大湾镇组卵石层、砾石层、砂、粉砂及粘土等；2、奥陶系上统半坑组厚层状变质细粒石英砂岩、细粒长石石英杂砂岩夹粉砂岩泥质粉砂岩、绢云母板岩、千枚岩；3、奥陶系中下统下黄坑组条带状硅质岩、硅质板岩、含硅质泥质板岩夹炭质页岩、粉砂质泥质板岩；4、寒武系上统水石组条带状、条纹状板岩、千枚岩、变质粉砂岩等；5、晚白垩世石英斑岩；6、早白垩世微-细粒黑云母二长花岗岩；7、晚侏罗世中细粒斑状黑云母二长花岗岩；8、早侏罗世中粗粒斑状黑云母二长花岗岩；9、石英脉；10、花岗岩脉；11、细晶岩脉；12、辉绿岩脉；13、实测地质界线；14、实测、推测逆断层；15、实测、推测性质不明断层；16、省级行政界线；17、县级行政界线；18、拟设矿区位置。

图 2-1 区域地质图（资料来源：连平幅 1/25 万地质图）

岩体风化强烈，从上到下大致可分为强风化岩、中风化岩、微-未风化岩。
强风化岩：较均匀的分布于早侏罗世侵入体上部，其原岩岩性为中粗粒斑状黑云母二长花岗岩，根据已揭穿强风化层的 ZK4-1、ZK4-2 显示，矿区内中粗粒斑状黑云母二长花岗岩强风化层厚度 28.56~58.47m，平均 38.63m。中风化岩：分布于强风化岩下部，岩性为中粗粒斑状黑云母二长花岗岩，钻孔未揭穿该层，其厚度不明。微-未风化岩：分布于中风化岩下部，岩性为中粗粒斑状黑云母二长花岗岩。

②晚侏罗世侵入体 ($J_3^{2a}\eta\gamma$)

矿区范围内广泛分布，呈基岩产出，出露岩性为中细粒二云母二长花岗岩，灰白色、浅灰色，中细粒花岗结构，块状构造。岩石矿物组成主要为石英、斜长石、碱性长石和白云母、黑云母，部分黑云母片较细小夹杂在白云母片之中。

岩体风化强烈，从上到下大致可分为强风化岩、中风化岩、微-未风化岩。
强风化岩：较均匀的分布于晚侏罗世侵入体上部，其原岩岩性为中细粒二云母二长花岗岩，据钻孔显示，矿区内强风化层厚度为 6.2~54.3m，平均 32.56m，据调查，山脊、山坡和开阔的山脚地带相对较厚，而沟谷地带相对较薄。中风化岩：分布于强风化岩下部，岩性为中细粒二云母二长花岗岩，据 ZK2-1、ZK4-3、ZK4-4 与 ZK5-4 钻孔数据，中风化岩厚度为 3.0~58.7m，平均 29.55m。微-未风化岩：分布于中风化岩下部，与中风化岩呈渐变过渡关系，岩性为中细粒二云母二长花岗岩。强风化中细粒二云母二长花岗岩为矿区内陶瓷土矿的赋矿层位，中风化中细粒二云母二长花岗岩为矿区内瓷石矿的赋矿层位。

两期岩体接触关系为侵入接触，根据地表调查和 3 号勘探线中 ZK24、ZK25 及槽探工程揭露，中细粒二云母二长花岗岩与中粗粒斑状黑云母二长花岗岩接触面呈波状，在中粗粒斑状黑云母二长花岗岩中见有中细粒二云母二长花岗岩岩枝，因此中细粒二云母二长花岗岩时代晚于中粗粒斑状黑云母二长花岗岩，根据区域地质资料进一步佐证，中细粒二云母二长花岗岩时代为晚侏罗世，中粗粒斑状黑云母二长花岗岩为早侏罗世。

2、岩浆岩风化壳特征

矿区花岗岩风化壳发育程度较高，总体平缓，矿区北部地形切割较强烈，沟壑发育，沟谷底部多发育季节性溪流，皆未见花岗岩基岩出露；矿区地形陡峭，

山坡自然坡度沿山脊一般为 $5^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ，山脊两侧坡度一般为 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ ，少数地段坡度可达 40° 及以上。

矿区风化壳为全覆式风化壳，其特征是风化壳发育、连续性好、面积大，未见基岩裸露，风化壳厚度一般 $6.2 \sim 54.3\text{m}$ 。

在剖面上，花岗岩风化壳形态与地形相似，上覆地层为第四系残坡积层，下伏为花岗岩基岩，剖面上呈层状、似层状等，延伸方向与山脊方向基本一致，倾斜方向与地形坡向大致相当，倾向较地形坡角相似。矿区内风化壳出露标高 $+465 \sim +638\text{m}$ ，覆盖了全区，风化壳一般山顶厚度大，山腰次之，沟谷薄，另外，在 2 个期次花岗岩侵入体接触部位其风化壳也较厚。

花岗岩风化壳完整的垂直分层从上到下可分为强风化层和中风化层，各层厚度随岩体所处的地貌类型及微地貌部位不同而稍有变化，整体风化壳发育程度及分层完整性大致相同。

2.2.3 矿区构造

矿区内断裂构造发育一般，仅发现 1 条宽度为 1.0m 的小型断裂带 F1，规模小，不连续，矿区构造较为简单，此外还发育有 2 组节理。

F1 断裂靠近矿区东侧边界，在 D016 地质点往南东约 20m 处出露于地表，宽度约 $0.5 \sim 1.0\text{m}$ ，产状 $280^{\circ} \angle 82^{\circ}$ ，断裂主要由后期石英脉充填，围岩中见明显硅化，该断裂并未在周边其它地段的地表出露，其延伸较小，推测其长约 100m 。断裂带两端岩性无变化，根据断裂带两端钻孔 ZK05 及 ZK2-4 化验结果及强风化层的厚度对比，断裂带对陶瓷土不存在影响。

矿区花岗岩结构面发育特征以贯穿性较好的节理为主，主要节理裂隙有 2 组。①组走向北东，倾向北西 $325^{\circ} \sim 337^{\circ}$ ，倾角 $70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，节理密度 0.10m 至数米，裂隙面较平直，宽 $0.10 \sim 5.0\text{cm}$ ，多见脉石英充填或黑色物质；②组走向近东西，倾向南西 $185^{\circ} \sim 200^{\circ}$ ，倾角 $80^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 。节理裂隙面接触较紧密，局部微张，其宽度约数毫米。

3 矿床地质特征

3.1 矿体形态、产状及规模

矿体赋存于晚侏罗世侵入体强风化花岗岩及中风化花岗岩中，岩性为中细粒二云母二长花岗岩，勘查区内为陶瓷土矿及瓷石矿，矿体编号为 V_I 和 V_{II} 。

V_I 矿体：位于强风化中细粒二云母二长花岗岩中，为陶瓷土矿，矿体沿地形分布，呈层状、似层状产出，边界规则，出露标高+635.64~+479.24m，倾斜方向与地形坡向大致相同，矿体上部为残坡积层，矿体埋深为 0.8~5.0m 之间，平均埋深 2.40m；矿体沿走向、倾向、厚度方向经工程控制，基本连续对应，层位较稳定。矿体东西宽度为 224.8~494.8m，南北长度为 858.6m，矿体厚度在 6.2~56.7m 之间，平均厚度 32.42m。矿体形态简单，矿体规模属大型。

V_{II} 矿体：位于中风化中细粒二云母二长花岗岩中，为瓷石矿，边界规则，出露标高为+600.40~+460.02m，矿体上部为强风化花岗岩，矿体平均埋深 32.42m，矿体沿走向、倾向、厚度方向经工程控制，基本连续对应，层位较稳定。矿体东西宽度为 224.8~494.8m，南北长度为 858.6m，钻孔未揭穿该层矿体，根据勘探线剖面，推断其平均厚度为 43.81m。矿体形态简单，矿体规模属大型。

3.2 矿石质量

3.2.1 矿石自然类型

本区矿石自然类型主要为砂质高岭土矿，按陶瓷土及瓷石矿床的成因分类，属风化残积型陶瓷土矿及瓷石矿。

3.2.2 矿石矿物成分及结构构造

1、陶瓷土矿

陶瓷土矿石为中细粒二云母二长花岗岩强风化后的产物，矿石呈浅灰白色，松散土状、碎块状、块状，浸水易崩解。主要由石英（25~28%）、风化的长石、高岭土（16~20%）、白云母（10~13%）等粘土矿物及未风化长石（28~33%）、黑云母（3~5%）等组成。岩石中的长石、暗色矿物均已不同程度蚀变，分解成为高岭石、绢云母。主要有益组分为 Al_2O_3 ，有害组分为 Fe_2O_3 、 TiO_2 ，粘土矿物含量越高，矿石颜色越白，品质越好。

2、瓷石矿

瓷石矿为中风化中细粒二云母二长花岗岩，根据岩矿鉴定结果，岩石呈中细

粒花岗结构，块状构造，组成岩石的矿物主要为石英、斜长石、碱性长石、白云母和黑云母。

碱性长石（含量约 35%）：浅白色，半自形的板状，主要为微斜长石和条纹长石，少量正长石。微斜长石具格子双晶，条纹长石主要为钾长石夹杂条带状、树枝状的钠长石；正长石表面粘土化呈土褐色。粒径 0.20—1.50mm；斜长石 Pl（含量约 22%）：白色、表面因风化而混浊，依稀可见半自形的板柱状，偶见双晶，局部绢云母化，部分内部夹杂有较大的白云母片，部分可见净边结构，粒径 0.25—1.00mm；白云母 Ms（含量约 10%）：浅黄色，片状，发育一组极完全解理，部分解理缝隙中夹杂少量黑色铁质，其平行于解理发育，可能为黑云母蚀变残留，具鲜艳干涉色，平行消光，片径 0.20—1.50mm；石英 Qtz（含量约 27%）：无色较透明，他形粒状，可见溶蚀边，部分与白云母边缘形成蠕虫结构，粒径 0.15—0.60mm，一级灰白干涉色；黑云母 Bt（含量约 5%）：深褐色-黄褐色，叶片状，夹杂在较大的白云母片中，片径 0.12—0.2mm。

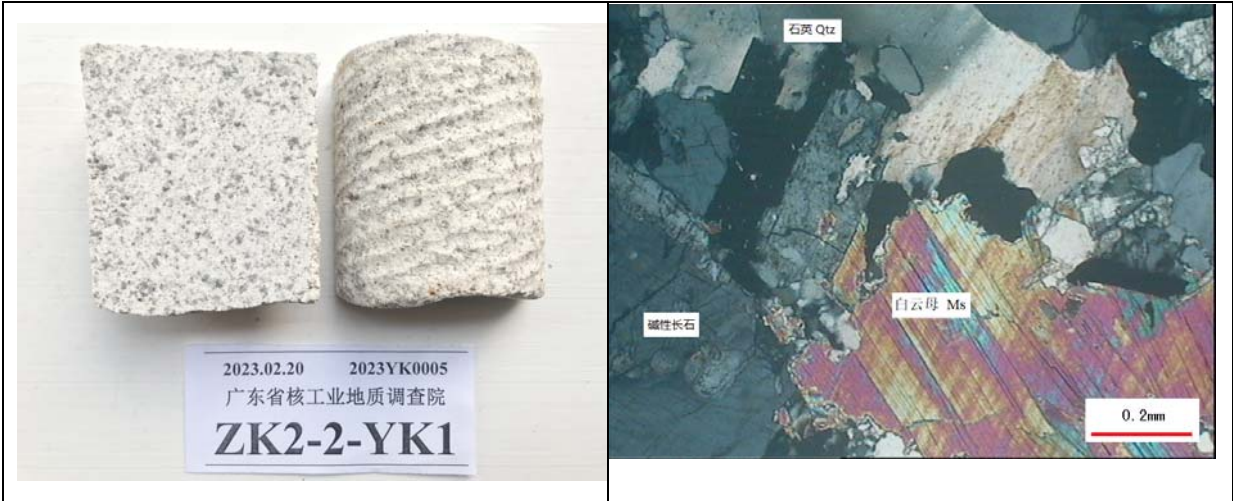


图 3-1 ZK2-2 岩矿鉴定手标本与正交偏光镜下照片



图 3-2 ZK5-2 岩矿鉴定手标本与单偏光镜下照片

3.2.3 矿石化学组分及其变化特征

1、陶瓷土矿

(1) 主要化学组成分

根据工业指标拟设矿区内圈定的 815 个陶瓷土矿石（强风化层）样品统计， Al_2O_3 含量最高为 25.77%，最低为 12.96%，一般为 16.34~19.73%，平均值为 17.91%； Fe_2O_3 含量最高为 3.10%，最低为 0.59%，一般为 0.82~1.07%，平均值为 0.97%； TiO_2 含量最高为 0.07%，最低为 0.04%，一般为 0.06~0.08%，平均值为 0.07%； $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 含量最高为 3.50%，最低为 0.65%，一般为 0.92~1.23%，平均值为 1.04%。

在 815 个矿石样品当中， $\text{Al}_2\text{O}_3 < 14\%$ 的 5 个，占 0.61%， $\geq 14\% \sim < 16\%$ 的样品 90 个，占 11.04%； $\geq 16\% \sim < 18\%$ 的样品 365 个，占 44.79%； $\geq 18\% \sim < 20\%$ 的样品 272 个，占 33.37%； $\geq 20\%$ 的样品 83 个，占 10.18%（图 3-3）； $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0.8\%$ 的 29 个，占 3.56%， $\geq 0.8\% \sim < 1.1\%$ 的样品 674 个，占 82.70%； $\geq 1.1\% \sim < 1.4\%$ 的样品 106 个，占 13.01%； $\geq 1.4\%$ 的样品 6 个，占 0.74%（图 3-4）； $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2 \geq 2\%$ 的样品 1 个，占 0.12%； $\geq 1.5\% \sim < 2\%$ 的样品 6 个，占 0.74%； $\geq 1\% \sim < 1.5\%$ 的样品 465 个，占 57.06%； $\geq 0.5\% \sim < 1\%$ 的样品 343 个，占 42.09%； $< 0.5\%$ 的样品 0 个，占 0.0%（图 3-5）。

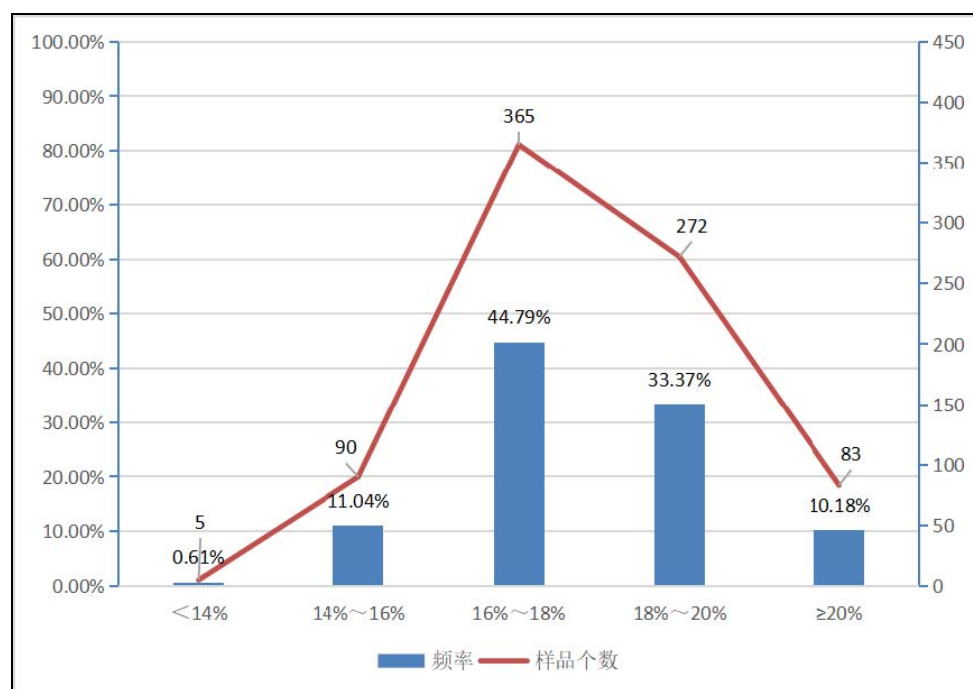


图 3-3 陶瓷土矿 Al_2O_3 含量变化频率直方图

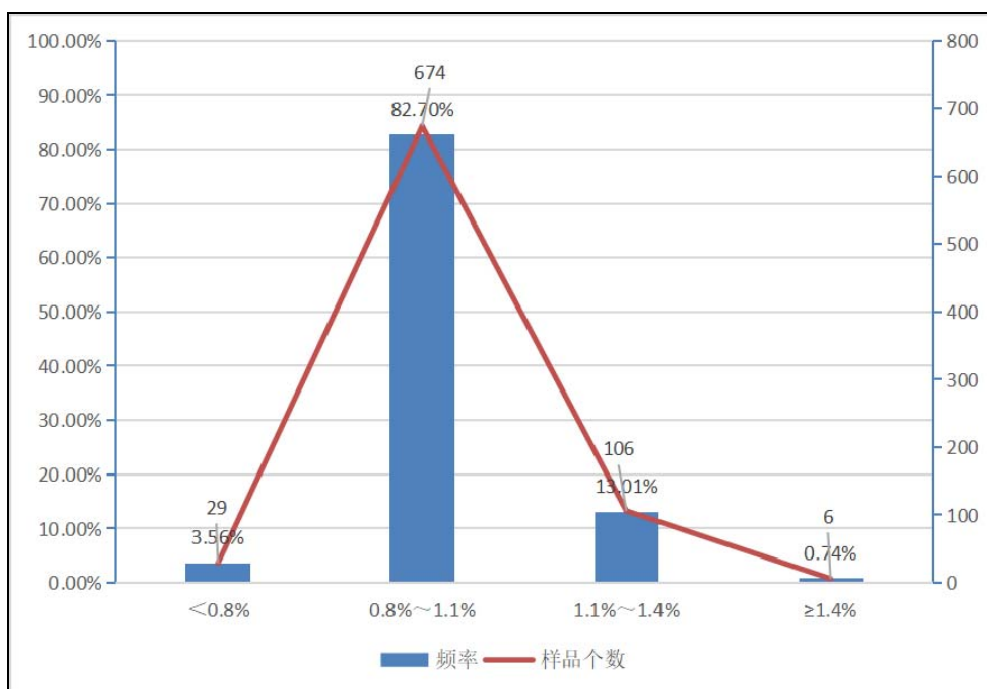


图 3-4 陶瓷土矿 Fe₂O₃ 含量变化频率直方图

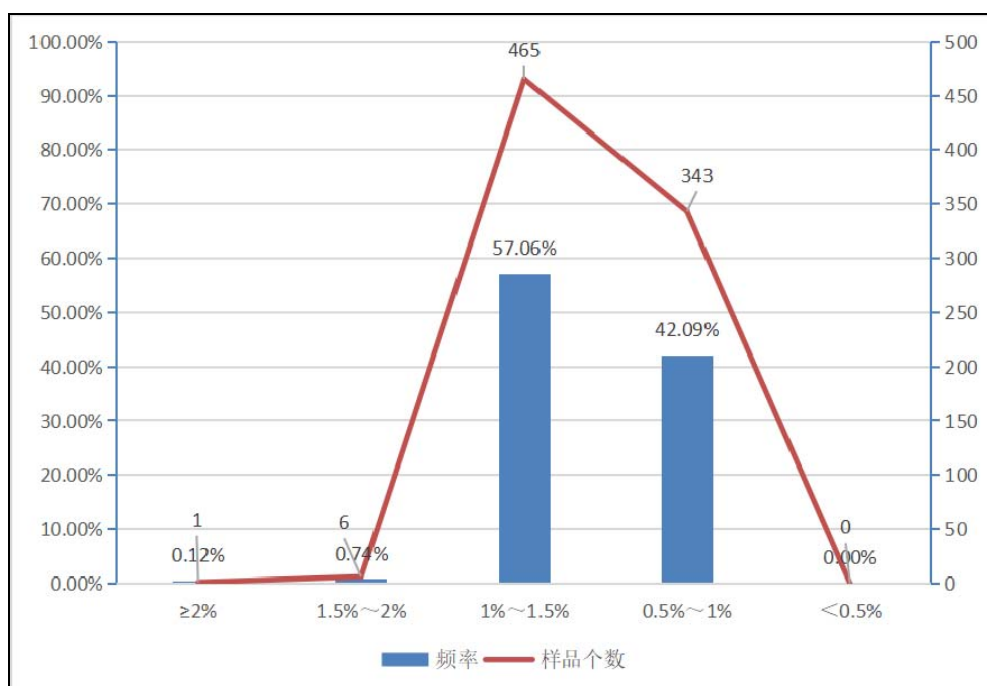


图 3-5 陶瓷土矿 Fe₂O₃+TiO₂ 含量变化频率直方图

(2) 次要组分

根据 34 个矿石组合分析结果统计, SiO₂ 含量最低为 67.01%, 最高为 74.46%, 平均 70.53%; CaO 含量最低为 0.01%, 最高为 0.15%, 平均 0.06%; MgO 含量最低为 0.10%, 最高为 0.68%, 平均 0.17%; K₂O 含量最低为 2.54%, 最高为 6.02%, 平均 4.65%; Na₂O 含量最低为 0.14%, 最高为 1.54%, 平均 0.34%; TSO₃ (全硫

酞)含量最低为 0.002%，最高为 0.101%，平均 0.014%；LOI（烧失量）含量最低为 3.00%，最高为 6.63%，平均 4.60%；白度含量最低为 43.9%，最高为 62.1%，平均 55.5%。

表 3-1 各勘探线工程矿石化学成分平均含量统计表

线号	各线矿石平均化学成分(%)										
	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TSO ₃	LOI	白度
1 线	17.51	1.17	0.09	70.51	0.09	0.18	4.71	0.33	0.04	4.79	48.65
2 线	18.28	0.97	0.07	70.90	0.06	0.12	3.92	0.19	0.01	5.17	56.10
3 线	17.03	0.89	0.07	71.10	0.06	0.12	5.07	0.55	0.01	4.08	58.10
4 线	17.87	0.98	0.07	71.97	0.07	0.12	4.72	0.50	0.01	3.97	54.60
5 线	17.05	0.93	0.07	69.97	0.07	0.13	5.06	0.23	0.02	4.55	56.05
变化系数	0.03	0.10	0.10	0.01	0.18	0.17	0.09	0.40	0.67	0.10	0.06

(3) 有害组分

矿石中有害组分有 Fe₂O₃、TiO₂ 和 TSO₃（全硫酞）等，据统计，Fe₂O₃ 含量≥2%的样品 1 个，TiO₂ 含量≥0.6%的样品 0 个，Fe₂O₃+TiO₂ 含量≥2%的样品 1 个，TSO₃（全硫酞）含量最高为 0.101%，平均 0.014%；矿石中有害组分超过工业指标要求的个数极少，矿石各化学成分变化较小，质量较稳定，矿石中有害组分含量基本不影响矿石质量。

(4) 各组分变化情况

①沿厚度方向变化情况：在各勘探线的钻孔中，对 ZK2-4、ZK4-3 及 ZK5-2 钻孔陶瓷土矿石（强风化层）样品中 Al₂O₃、Fe₂O₃、TiO₂ 的含量进行分析统计，ZK2-4 钻孔中 Al₂O₃ 含量绝对差值 4.39%，Fe₂O₃ 含量绝对差值 0.30%，TiO₂ 含量绝对差值 0.03%；ZK4-3 钻孔中 Al₂O₃ 含量绝对差值 1.6%，Fe₂O₃ 含量绝对差值 0.14%，TiO₂ 含量绝对差值 0.01%；ZK5-2 钻孔中 Al₂O₃ 含量绝对差值 2.84%，Fe₂O₃ 含量绝对差值 0.14%，TiO₂ 含量绝对差值 0.01%；Al₂O₃ 沿厚度方向稍有起伏，但起伏不大，较为稳定；Fe₂O₃、TiO₂ 的含量沿厚度方向变化不大，含量稳定。

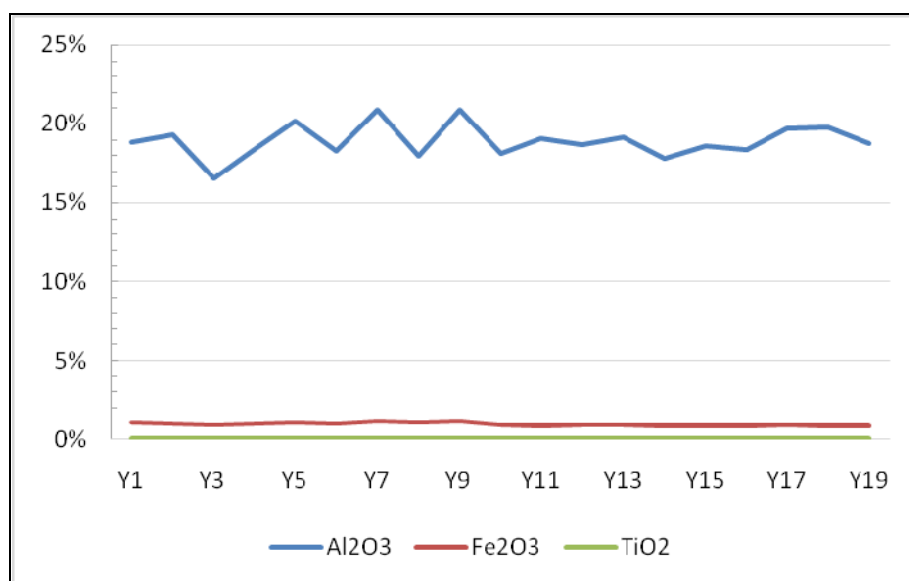


图 3-6 ZK2-4 样品化学含量变化曲线图

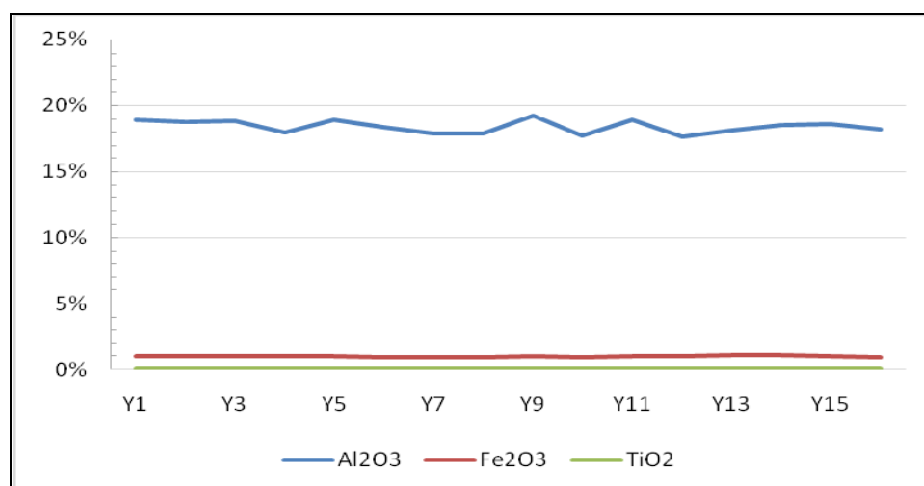


图 3-7 ZK4-3 样品化学含量变化曲线图

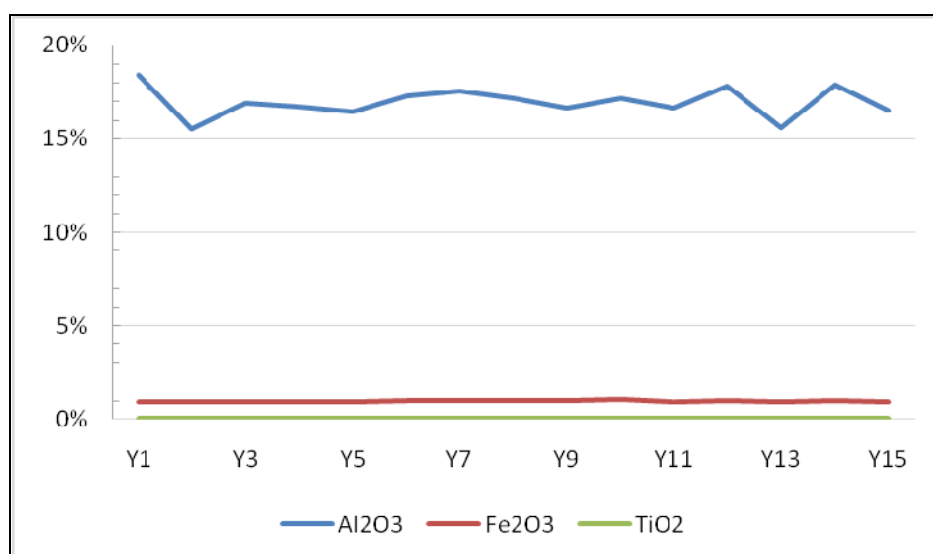


图 3-8 ZK5-2 样品化学含量变化曲线图

②沿水平方向变化情况：对 2 号、4 号勘探线样品中 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 的含量进行分析统计，TC2 中样品皆达到陶瓷土矿工业指标， Al_2O_3 含量最高为 22.27%，最低为 14.47%，一般为 17.00~20.00%，平均值为 18.53%； Fe_2O_3 含量最高为 1.25%，最低为 0.59%，一般为 0.90~1.10%，平均值为 0.99%。 TiO_2 含量最高为 0.10%，最低为 0.06%，一般为 0.07~0.09%，平均值为 0.08%。矿石质量稳定， Al_2O_3 含量沿水平方向稍有起伏，但起伏不大， Fe_2O_3 、 TiO_2 含量沿厚度方向变化不大，含量稳定。TC4 中 H1~H31 样品为中粗粒斑状黑云母花岗岩， $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{TiO}_2$ 含量皆>2%，未达到陶瓷土矿工业指标，对 H31~H167 样品进行分析可知， Al_2O_3 含量最高为 25.77%，最低为 12.96%，一般为 17.00~20.00%，平均值为 18.27%，TC4 中 H141~H158 位于山顶位置，其 Al_2O_3 含量>23%； Fe_2O_3 含量最高为 1.85%，最低为 0.68%，一般为 0.90~1.10%，平均值为 0.99%。 TiO_2 含量最高为 0.11%，最低为 0.05%，一般为 0.06~0.08%，平均值为 0.07%。矿石质量稳定， Al_2O_3 含量沿水平方向稍有起伏，但起伏不大， Fe_2O_3 、 TiO_2 含量沿水平方向变化不大，含量稳定。

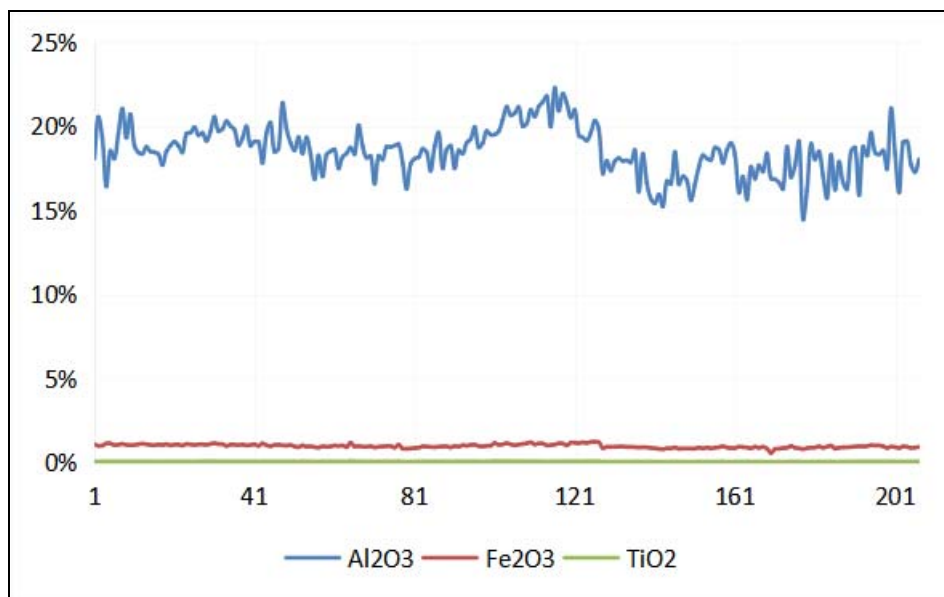


图 3-9 TC2 样品化学含量变化曲线图

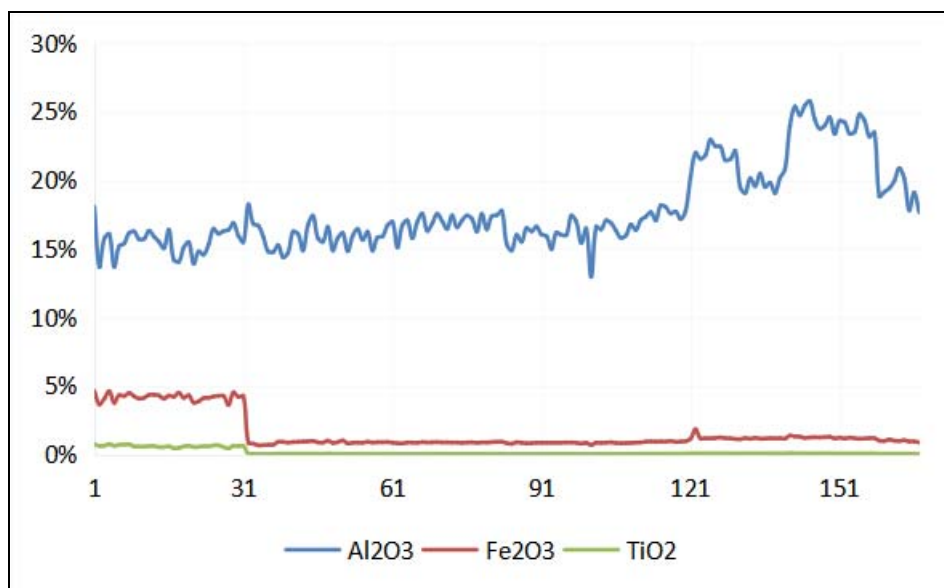


图 3-10 TC4 样品化学含量变化曲线图

(5) 淘洗率

本次核实采集 3 个样品送始兴汇基矿业有限公司实验室进行-325 目淘洗率测试，再将淘洗后样品进行检测，陶瓷土矿（强风化中细粒二云母二长花岗岩）淘洗率为 20.81~22.86%，平均为 22.02%，原矿、精矿化学组分分析结果对比见表 3-2。

表 3-2 原矿、精矿化学组分测试结果对比表

编号	分析项目	原矿结果 (%)	成品结果 (%)
1	Al ₂ O ₃	18.08	34.16
2	Fe ₂ O ₃	0.98	1.10
3	TiO ₂	0.07	0.28
4	SiO ₂	70.63	49.85
5	CaO	0.12	0.05
6	MgO	0.13	0.04
7	K ₂ O	4.47	2.52
8	Na ₂ O	0.16	0.18
9	烧失量	4.86	13.35
10	白度（1280℃，20 分钟）	53.6	65.3

2、瓷石矿

(1) 主要化学组成分

根据工业指标拟设矿区内圈定的 61 个瓷石矿石（中风化层）样品统计，Al₂O₃ 含量最高为 19.80%，最低为 11.37%，平均为 14.83%； Fe₂O₃ 含量最高为 1.03%，最低为 0.62%，平均为 0.80%。TiO₂ 含量最高为 0.08%，最低为 0.04%，

平均为 0.06%。

在 61 个矿石样品当中， $\text{Al}_2\text{O}_3 < 14\%$ 的 7 个，占 11.48%， $\geq 14\% \sim < 16\%$ 的样品 49 个，占 80.33%； $\geq 16\% \sim < 18\%$ 的样品 4 个，占 6.56%； $\geq 18\%$ 的样品 1 个，占 1.64%（图 3-11）； $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0.6\%$ 的 0 个，占 0%， $\geq 0.6\% \sim < 0.8\%$ 的样品 35 个，占 57.38%； $\geq 0.8\% \sim < 1.0\%$ 的样品 24 个，占 39.34%； $\geq 1.0\%$ 的样品 2 个，占 3.28%（图 3-12）； $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 \geq 2\%$ 的样品 1 个，占 0.12%； $\geq 1.5\% \sim < 2\%$ 的样品 6 个，占 0.74%； $\geq 1\% \sim < 1.5\%$ 的样品 465 个，占 57.06%； $\geq 0.5\% \sim < 1\%$ 的样品 343 个，占 42.09%； $< 0.5\%$ 的样品 0 个，占 0.0%（图 3-13）。

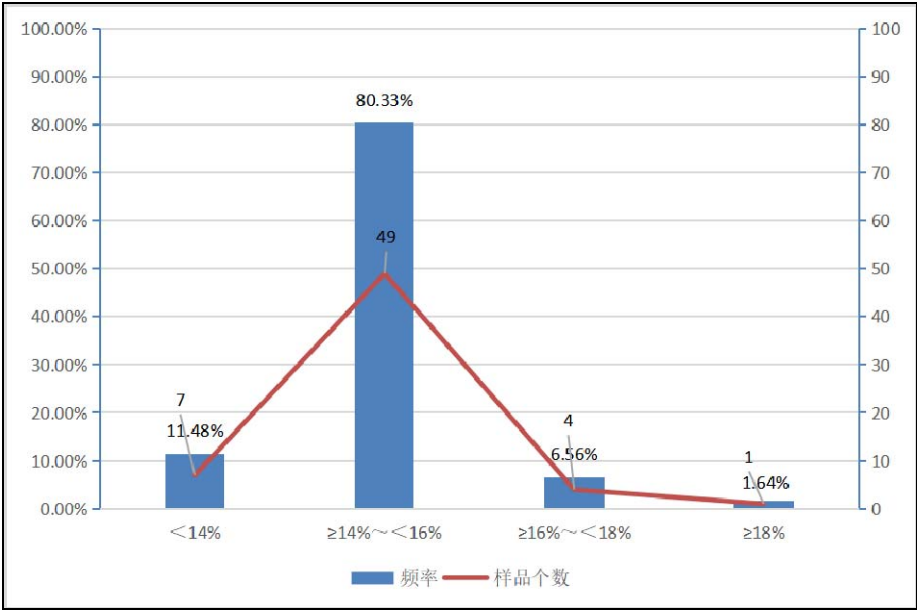


图 3-11 瓷石矿 Al_2O_3 含量变化频率直方图

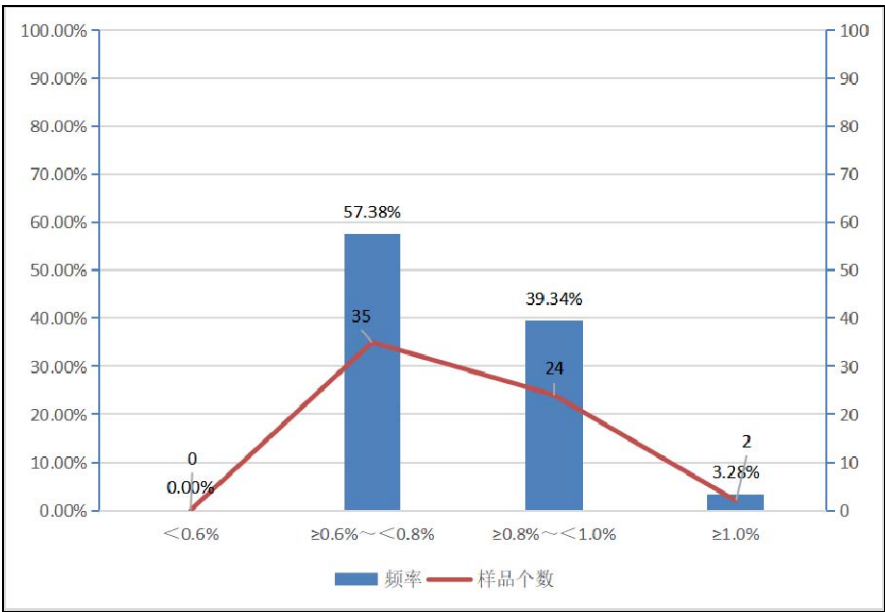


图 3-12 瓷石矿 Fe_2O_3 含量变化频率直方图

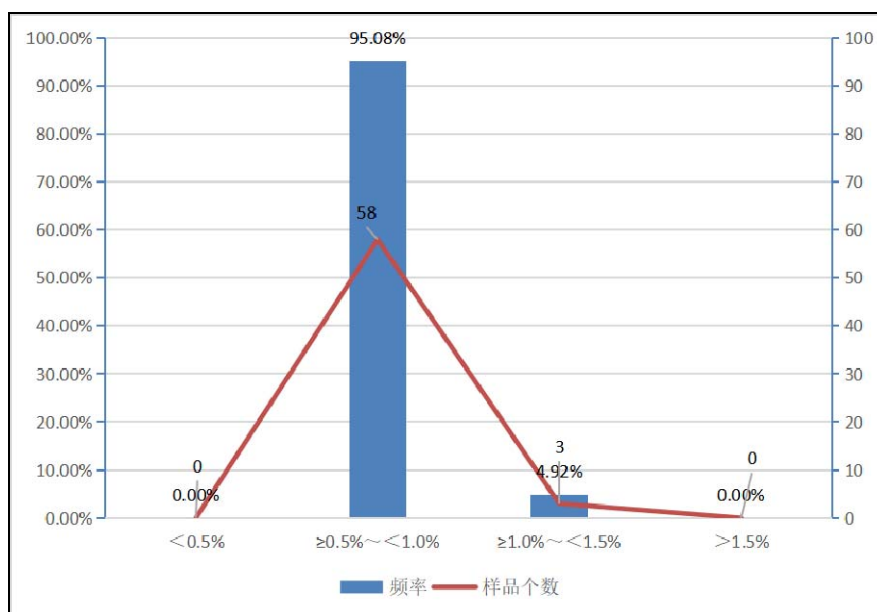


图 3-13 瓷石矿 TiO_2 含量变化频率直方图

(2) 各组分变化情况

根据钻孔中瓷石矿石化学成分变化，研究瓷石沿厚度方向变化情况，在各勘探线的钻孔中，对 ZK2-3、ZK5-3 钻孔瓷石矿石（中风化层）样品中 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 的含量进行分析统计，ZK2-3 钻孔中 Al_2O_3 含量绝对差值 1.92%， Fe_2O_3 含量绝对差值 0.06%， TiO_2 含量绝对差值 0.02%；ZK5-3 钻孔中 Al_2O_3 含量绝对差值 0.78%， Fe_2O_3 含量绝对差值 0.09%， TiO_2 含量绝对差值 0.01%； Al_2O_3 沿厚度方向略有起伏，但变化小，含量稳定； Fe_2O_3 、 TiO_2 的含量沿厚度方向变化小，含量稳定（图 3-14、图 3-15）。

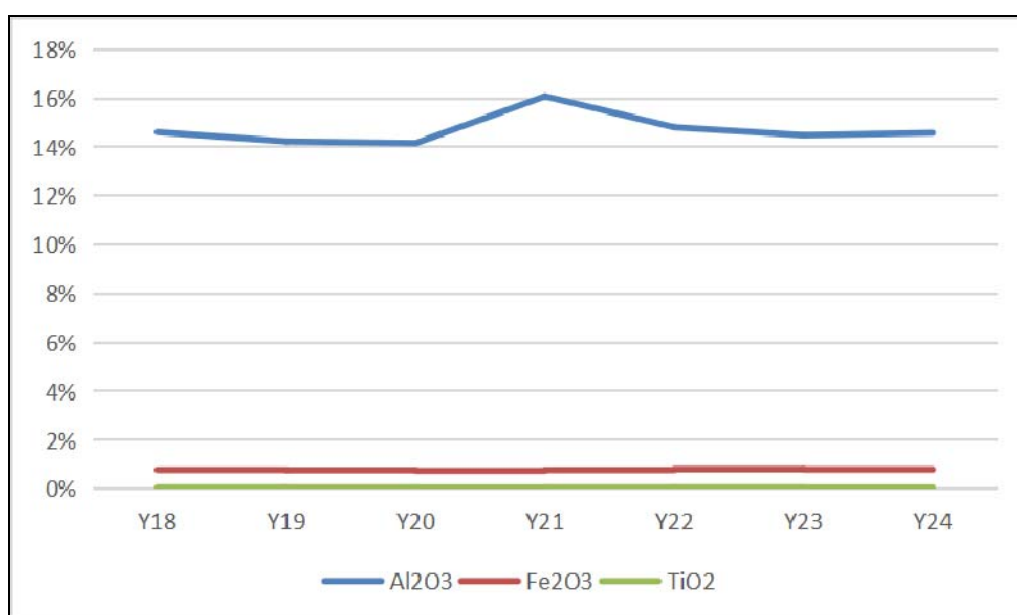


图 3-14 ZK2-3 样品化学含量变化曲线图

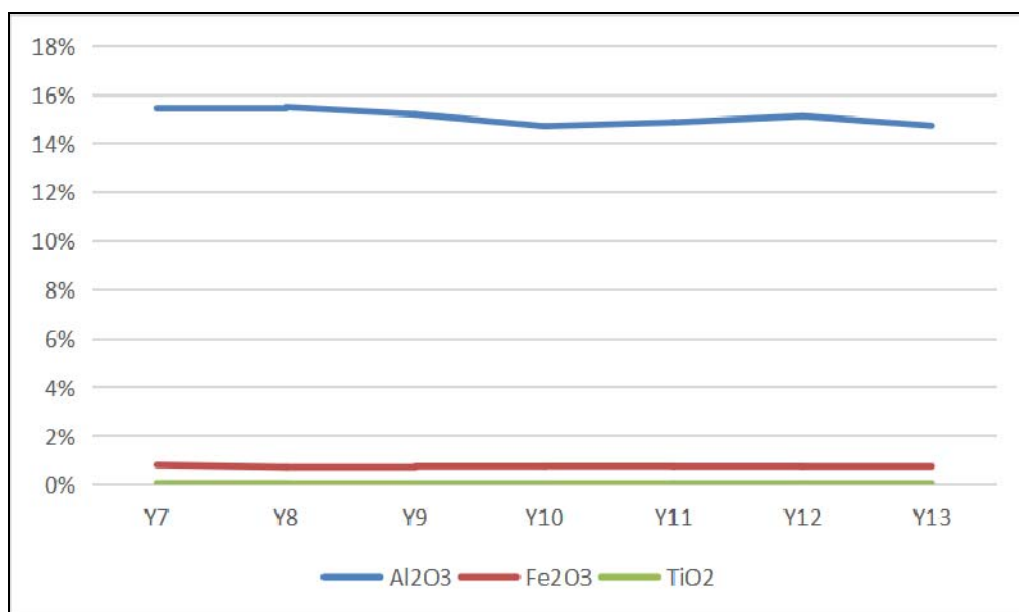


图 3-15 ZK5-3 样品化学含量变化曲线图

3.2.5 矿石放射性

1、强风化中细粒二云母二长花岗岩

上一次普查采集 1 件矿石放射性样品，本次核实采集 3 件强风化中细粒二云母二长花岗岩放射性样品，送广东省地质局第五地质大队实验室测定，陶瓷土矿石的核元素的比活度为： C_{Ra} （71.1~146.7Bq/kg）； C_{Th} （39.5~121 Bq/kg）； C_K （240 ~1411.8Bq/kg）。

照射指数为：内照射指数 I_{Ra} （0.4~0.715），外照射指数 I_r （0.7~0.908），测定结果见下表。

表 3-3 陶瓷土矿石放射性测试结果表

送样编号	样品名称	C_{Ra}	C_{Th}	C_K	I_{Ra}	I_r	备注
1001039	强风化中细粒二云母二长花岗岩	143	121	240	0.715	0.908	上一次普查
FSX1	中风化中细粒二云母二长花岗岩	146.7	39.5	1275.6	0.7	0.9	本次核实
TX01	强风化中细粒二云母二长花岗岩	71.1	50.4	1411.8	0.4	0.7	
TX02		83.4	46.0	1349.9	0.4	0.7	
平均	中细粒二云母二长花岗岩	111.1	64.2	1069.3	0.6	0.8	

根据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）规定，本区陶瓷土矿石中天然放射性核素镭—226、钍—232、钾—40 的放射性比活度满足 $I_{Ra} < 1.0$ 和

$I_r < 1.0$ 的要求，可作为建筑主体材料和 A 类装饰装修材料，A 类装饰装修材料产销与使用范围不受限制。

2、强风化粗粒斑状花岗岩

本次核实采集 1 件强风化粗粒斑状二云母二长花岗岩放射性样品，送广东省地质局第五地质大队实验室测定，强风化粗粒斑状花岗岩的核元素的比活度为： $C_{Ra}=547.9\text{Bq/kg}$ ； $C_{Th}=168.9\text{ Bq/kg}$ ； $C_K=1192.3\text{Bq/kg}$ 。照射指数为：内照射指数 $I_{Ra}=2.7$ ，外照射指数 $I_r=2.4$ ，测定结果见下表。

表 3-4 粗粒斑状黑云母花岗岩放射性测试成果表

送样编号	样品名称	C_{Ra}	C_{Th}	C_K	I_{Ra}	I_r
TX03	强风化粗粒斑状黑云母花岗岩	547.9	168.9	1192.3	2.7	2.4

TX03 位于中细粒花岗岩与粗粒斑状花岗岩接触带附近，局部放射性元素相对富集，造成了放射性偏高现象，

根据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）规定，本区粗粒斑状花岗岩中天然放射性核素镭—226、钍—232、钾—40 的放射性比活度不满足 A、B 类装饰装修材料，但满足 $I_r \leq 2.8$ 要求的为 C 类装饰修饰材料，仅用于建筑物的外饰面及室外其他用途。

3.3 覆盖层、围岩与夹石

3.3.1 覆盖层

矿区覆盖层为第四系残坡积层，主要为砂质粘土、中细粒砂石等，分布在山坡、山脚及沟谷，厚度分布不均匀，一般厚度在 0.8~5.0m 之间，平均厚度 2.40m。

在残坡积层中采集 2 组样品，样品送广东省地质局第五地质大队实验室进行水泥配料用粘土矿、砖瓦用粘土矿测试（表 3-5）：残坡积层中 2 个样品 TY01、TY02 的硅酸率 3.07~3.93，平均 3.50，铝氧率 4.92~28.48，平均 16.7，根据《矿产地质勘查规范 石灰岩、水泥配料类》（DZ/T0213—2020）水泥配料用粘土类一般工业指标，TY01、TY02 铝氧率、MgO 及 $K_2O + Na_2O$ 含量均达不到水泥配料用粘土质原料的质量要求；根据《矿产资源工业要求手册》砖瓦用粘土岩类一般工业指标要求，残坡积层土样平均含量达到砖瓦用粘土矿的质量要求，但该层厚度不大，将来矿山在开发利用时可预留作土地复垦的土壤资源。

表 3-5 残坡积层化学成分分析成果统计表

送样 编号	质量分数 (%)								硅酸率	铝氧率
	CaO	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	SM	AM
TY01	0.051	0.47	65.78	3.62	17.81	0.025	4.72	0.29	3.07	4.92
TY02	0.046	0.13	70.62	0.61	17.37	0.025	4.77	0.24	3.93	28.48
平均值	0.05	0.30	68.20	2.12	17.59	0.025	4.75	0.265	3.50	16.70
水泥配 料用粘 土质原 料（二 类）	/	≤3	/	/	/	≤1	≤4		2~3	不限
砖瓦用 粘土岩 类	≤15	≤3	53~70	3~10	10~20	≤3	1~5		/	/

3.3.2 围岩

（1）强风化中粗粒斑状黑云母花岗岩

为矿区陶瓷土矿水平方向上围岩，强呈浅红色、灰黄色，似斑状结构，基质为中细粒花岗结构，块状构造，斑晶主要以碱性长石为主。分布于矿区的北西部，出露面积约占整个矿区的 3.10%，与矿体呈侵入接触关系。据钻孔及探槽上采集的 128 个强风化中粗粒斑状黑云母花岗岩样品统计，Al₂O₃ 含量最高为 19.77%，最低为 10.98%，平均为 16.12%；Fe₂O₃ 含量最高为 7.26%，最低为 0.75%，平均为 4.06%。TiO₂ 含量最高为 0.81%，最低为 0.06%，平均为 0.60%。Al₂O₃ 达到陶瓷用砂质高岭土的要求，但其 Fe₂O₃+ TiO₂ 含量超出陶瓷用砂质高岭土（< 2%）的范围，未达到陶瓷用花岗岩的综合利用要求。

（2）中风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩

位于强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩下部，根据本次钻孔揭露，与上部强风化界限清晰，呈灰色，似斑状结构，块状构造，根据 ZK19 处取得的化学分析样，Al₂O₃ 含量最高为 16.82%，Fe₂O₃ 含量为 4.67%，TiO₂ 含量为 0.64%。根据《矿产地质勘查规范 高岭土、叶蜡石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020）规定，矿石中 Al₂O₃ 满足规定要求，但是 Fe₂O₃、TiO₂ 含量均不符合陶瓷用砂质高岭土的规定要求，且矿山开采时该岩层作为预留边坡，基本不对该层进行开采，故不对该层进行综合利用。

3.3.3 夹石

矿体连续产出，矿体内无大于夹石剔除厚度的夹层。

3.4 综合评价

3.4.1 强风化花岗岩

1、建设用砂评价

(1) 强风化中细粒二云母二长花岗岩

在该层中采集 2 个原砂样品,对其进行-200 目(0.075mm)淘洗率测试, TX01、TX02 平均淘洗率为 78.5%。根据《建设用砂》(GB/T14684-2022)及矿产资源工业要求手册(2014 年修订本),对淘洗后的砂样进行物理性能测试, TX01 原砂的颗粒级配在天然砂 2 区标准级配区范围内,细度模数为中砂, TX02 原砂的颗粒级配在天然砂 3 区范围内,细度模数为细砂(表 3-8);砂样检测项目中松散堆积密度皆 $<1400\text{kg/m}^3$,空隙率皆 $>44\%$,且 TX01、TX02 样品中云母含量 $>2\%$,矿区内的强风化中细粒二云母二长花岗岩不符合建设用砂的一般工业指标,统计结果见表 3-6、表 3-7。

表 3-6 建设用砂淘洗率测试结果表

实验编号	送样编号	样品名称	淘 洗 率
			%
5030391	TX01	强风化中细粒二云母 二长花岗岩	75.3
5030392	TX02		81.6
注：淘洗率为试样经淘洗后大于 0.075mm 的颗粒烘干质量与淘洗前烘干总质量之比。			

表 3-7 砂样物理性能检验结果表

检验项目	检验结果		标准要求
	TX01	TX02	
表观密度 (kg/m^3)	2620	2610	≥ 2500
松散堆积密度 (kg/m^3)	1250	1190	≥ 1400
紧密堆积密度 (kg/m^3)	1390	1320	
空隙率 (%)	52	54	≤ 44
含泥量 (%)	/	/	I 类 $\leq 1\%$; II 类 $\leq 3\%$; III 类 $\leq 5\%$
云母含量 (%)	2.1	2.4	I 类 $\leq 1\%$; II 类 $\leq 2\%$; III 类 $\leq 2\%$
硫化物和硫酸盐含量 (%)	0.0	0.0	$\leq 0.5\%$
坚固性 (%)	7	8	I 类 $\leq 8\%$; II 类 $\leq 8\%$; III 类 $\leq 10\%$
压碎指标值 (%)	31	39	I 类 $\leq 20\%$; II 类 $\leq 25\%$; III 类 $\leq 30\%$

表 3-8 砂样筛余颗粒级配结果表

规格		砾	砂				泥	细度模数	备注
筛孔尺寸(mm)		4.75	2.36	1.18	0.60	0.30	0.15		
累计筛余 (%)	TX01	0	2	18	45	73	92	2.3	中砂
	TX02	0	2	10	41	73	91	2.2	细砂
	TX03	2	16	32	54	77	91	2.6	中砂
1 区标准值		10~0	35~5	65~35	85~71	95~80	100~90		
2 区标准值		10~0	25~0	50~10	70~41	92~70	100~90		
3 区标准值		10~0	15~0	25~0	40~16	85~55	100~90		

(2) 强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩

在该层中采集 1 个原砂样品,对其进行-200 目(0.075mm)淘洗率测试, TX03 淘洗率为 60.0% (表 3-8)。根据《建设用砂》(GB/T14684-2022)及矿产资源工业要求手册(2014 年修订本),对淘洗后的砂样进行物理性能测试, TX03 原砂的颗粒级配在天然砂 2 区标准级配区范围内,细度模数为中砂(表 3-8);砂样检测项目中松散堆积密度 $<1400\text{kg/m}^3$,空隙率 $>44\%$,矿区内的强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩不符合建设用砂的一般工业指标,统计结果见表 3-9、表 3-10。

表 3-9 建设用砂淘洗率测试结果表

实验编号	送样编号	样品名称	淘 洗 率
			%
5030393	TX03	中粗粒斑状花岗岩	60.0
注:淘洗率为试样经淘洗后大于 0.075mm 的颗粒烘干质量与淘洗前烘干总质量之比。			

表 3-10 砂样物理性能检验结果表

检验项目	检验结果	标准要求
	TX03	
表观密度 (kg/m^3)	2600	≥ 2500
松散堆积密度 (kg/m^3)	1360	≥ 1400
紧密堆积密度 (kg/m^3)	1500	
空隙率 (%)	48	≤ 44
含泥量 (%)	/	I 类 $\leq 1\%$; II 类 $\leq 3\%$; III 类 $\leq 5\%$
云母含量 (%)	0.7	I 类 $\leq 1\%$; II 类 $\leq 2\%$; III 类 $\leq 2\%$
硫化物和硫酸盐含量 (%)	0.0	$\leq 0.5\%$
坚固性 (%)	3	I 类 $\leq 8\%$; II 类 $\leq 8\%$; III 类 $\leq 10\%$
压碎指标值 (%)	20	I 类 $\leq 20\%$; II 类 $\leq 25\%$; III 类 $\leq 30\%$

综上所述，参照《建设用砂》（GB/T14684-2022），矿区强风化层经淘洗等砂加工后的砂矿样品，均不符合建设用砂的要求。因开采后强风化中细粒二云母二长花岗岩堆放时占用土地面积较大，可能产生地质灾害，可考虑将其与陶瓷土精矿混合，加工成钾钠砂售卖；强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩在矿山开采时作为预留边坡，基本不对该层进行开采，故不对该层进行综合利用。

2、稀土矿评价

（1）强风化中细粒二云母二长花岗岩

2009年12月，核工业二九〇研究所在进行普查工作时在现矿区范围采集了4个样品做全相稀土总量分析，本地核实采集4个强风化中细粒二云母二长花岗岩样品送广东省地质局第五地质大队实验室进行离子相稀土总量分析测试，分析结果见表3-11。据分析结果显示，瓷土矿体中的稀土(RE_2O_3)含量为0.0059%~0.027%，平均0.012%。

表 3-11 矿体稀土分析结果一览表

送样编号	样品名称	RE_2O_3 (%)	备注
1005-175-1	中细粒二云母二长花岗岩	0.014	上一次普查报告
1005-175-2	中细粒二云母二长花岗岩	0.012	
1005-175-3	中细粒二云母二长花岗岩	0.012	
1005-175-4	中细粒二云母二长花岗岩	0.012	
ZK5-3-Y3	中细粒二云母二长花岗岩	0.0071	本次核实
ZK2-1-Y3	中细粒二云母二长花岗岩	0.0059	
TX01	中细粒二云母二长花岗岩	0.0072	
TX02	中细粒二云母二长花岗岩	0.027	
平均		0.012	

根据《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T0204-2022），矿区内强风化中细粒二云母二长花岗岩离子相稀土总量平均值低于轻稀土矿、重稀土矿的边界品位（表3-13），未能达到稀土回收综合利用要求。

（2）强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩

本地核实采集5个强风化粗中粒斑状黑云母花岗岩样品送广东省地质局第五地质大队实验室进行离子相稀土总量分析测试，分析结果见表3-12。据分析结果显示，强风化粗中粒斑状黑云母花岗岩中的稀土(RE_2O_3)含量为0.016%~0.048%，平均0.030%。

表 3-12 强风化粗中粒黑云母花岗岩稀土分析结果一览表

送样编号	样品名称	RE ₂ O ₃ (%)	备注
TX03	粗中粒斑状黑云母花岗岩	0.048	本次核实
ZK25-H3	粗中粒斑状黑云母花岗岩	0.035	
ZK14-Y3	粗中粒斑状黑云母花岗岩	0.016	
ZK12-H1	粗中粒斑状黑云母花岗岩	0.035	
ZK4-2-Y12	粗中粒斑状黑云母花岗岩	0.016	
平均		0.030	

根据《矿产地质勘查规范 稀土》（DZ/T0204-2022），矿区内强风化粗中粒黑云母花岗岩离子相稀土总量平均值 0.030%，达到重稀土的边界品位，但未达到最低工业品位要求（表 3-13），且矿山开采时该岩层作为预留边坡，基本不对该层进行开采，故不对该层进行综合利用。

表 3-13 稀土矿床一般工业指标

工业指标		重稀土	轻稀土	中细粒二云母 二长花岗岩	粗中粒斑状黑 云母花岗岩
边界品位	ω (TREO)%	0.020~ 0.033	0.035~ 0.065	0.012	0.030
最低工业品位	ω (TREO)%	0.035~ 0.065	0.050~ 0.098	0.012	0.030

3.4.2 中风化花岗岩

1、 建筑石料用花岗岩矿评价

本次施工的钻孔大部分未钻穿中风化层，且钻孔内的岩心大都呈强破碎状，不符合饱和抗压强度试件长度要求，故本次核实时挑选长柱状且裂隙少的岩心进行饱和抗压强度测试（表 3-14）。本次核实工作采集了 8 件样品进行饱和抗压强度测试，经测试分析，矿区内的岩石单轴饱和抗压强度为 38.2~86.1MPa，平均值为 59.23MPa，仅在 ZK2-1-K1、ZK4-3-K1 样品上见饱和抗压强度 ≥ 80 MPa 的岩心，但 ZK2-1-K1 样品附近为强硅化，其下部岩心采取率为 67.79%，ZK4-3-K1 样品下部采取率为 73.68%，其采取率皆较低。去除 2 个高值后，中风化花岗岩抗压强度为 38.2~55.0MPa，平均值为 47.12MPa，达不到建筑用花岗岩碎石的工业指标要求。

建筑用花岗岩为微风化—未风化中细粒二云母二长花岗岩，位于中风化花岗

岩的下部，与中风化界线不清晰，呈渐变过渡关系，本次核实施工钻孔深度较浅，且硬岩层的岩心采取率较低，未完整揭露微风化—未风化层埋深，采集的抗压强度样品较少，仅有 2 个样品饱和抗压强度 $\geq 80\text{MPa}$ ，难以准确的划定整个矿区范围内中风化层与建筑用花岗岩层的界线，且矿石质量不明，本次核实未对建筑用花岗岩的进行评价。

表 3-14 花岗岩饱和抗压试验结果表

试验编号	取样编号	取样深度	样品名称	抗压强度 (MPa)
Y00566	ZK2-1-K1	33.00-33.40	中细粒二云母二长花岗岩	43.5
Y00567	ZK2-1-K2	43.60-44.00	中细粒二云母二长花岗岩	81.8
Y00568	ZK5-4-K1	65.00-65.50	中细粒二云母二长花岗岩	70.3
Y00569	ZK3-4-K1	58.00-58.40	中细粒二云母二长花岗岩	38.2
Y00570	ZK4-4-K1	33.60-34.00	中细粒二云母二长花岗岩	52.9
Y00571	ZK4-4-K2	50.60-51.00	中细粒二云母二长花岗岩	46.0
Y00572	ZK4-4-K3	88.60-89.00	中细粒二云母二长花岗岩	55.0
Y00573	ZK4-3-K1	57.30-57.60	中细粒二云母二长花岗岩	86.1

4 矿石加工选冶技术性能

矿区矿石加工简单，本次勘查工作没有开展矿石加工技术性能试验，主要根据矿山往年开采情况，确定矿石加工生产工艺流程、生产产品及市场需求和产品销售价格、矿山的生产成本等资料。

1、陶瓷土矿

矿区内的陶瓷土矿体位于晚侏罗世全-强风化中细粒二云母二长花岗岩中，属花岗岩风化残积型高岭土矿床，矿石单一，形态简单，内部结构稳定，赋存层位较浅，主要成分为石英、长石和高岭土，矿石粒度分级明显，矿石体重和水溶解性能都有较大的差别，矿石可选性能良好。据矿山往年开采情况获悉，矿山可直接采用挖掘机露天开采陶瓷土。

采用目前国内常用且较成熟的湿法选矿工艺，依托现有选矿厂选矿，原矿运输到原料仓库，生产时，先将原料陶瓷土加入到配料机进行配料，后由输送机输送到预拌池，在预拌池内，搅拌机对物料和水的混合物进行搅拌，搅拌机叶片在高速旋转的过程中能将高岭土进行一定程度的破碎，然后进入洗砂机，将水中较重的泥砂及一些泥土杂质进行初步去除，后经离心分级机或小直径水力旋流器分级(用于 0.002~0.010mm 超细粒度分级)。分级后的陶瓷土利用聚磁介质产生 1600kA/m 以上的磁场强度进行高梯度磁选，除去陶瓷土中的 Fe_2O_3 和 TiO_2 ，磁选后的高纯度高岭土经浓缩、压滤后，得到产品级陶瓷土，装袋入库外销，工艺流程及产污环节见图 4-1。

2、瓷石矿

矿区内的瓷石矿体赋存于晚侏罗世中风化中细粒二云母二长花岗岩中，具体位于强风化花岗岩下部，矿石单一，形态简单，内部结构稳定，岩石具有一定的抗压强度，中风化花岗岩抗压强度为 38.2~55.0MPa，平均值为 47.12MPa。根据周边矿山开采情况获悉，瓷石矿的开采较之陶瓷土矿，仅多一道矿石破碎工艺，矿石经破碎球磨后，其它加工工艺与陶瓷土矿类似。

5 开采方法

区内开采矿种为陶瓷土矿及瓷石矿，呈层状、似层状，形态简单，陶瓷土矿结构松散，瓷石矿具有一定的抗压强度，宜采用露天开采方式，自上而下分水平台阶方式开采。

陶瓷土矿采剥工艺流程：液压挖掘机铲装→矿用自卸汽车运输；

瓷石矿采剥工艺流程：潜孔钻机钻孔→装药爆破→液压挖掘机铲装→矿用自卸汽车运输。

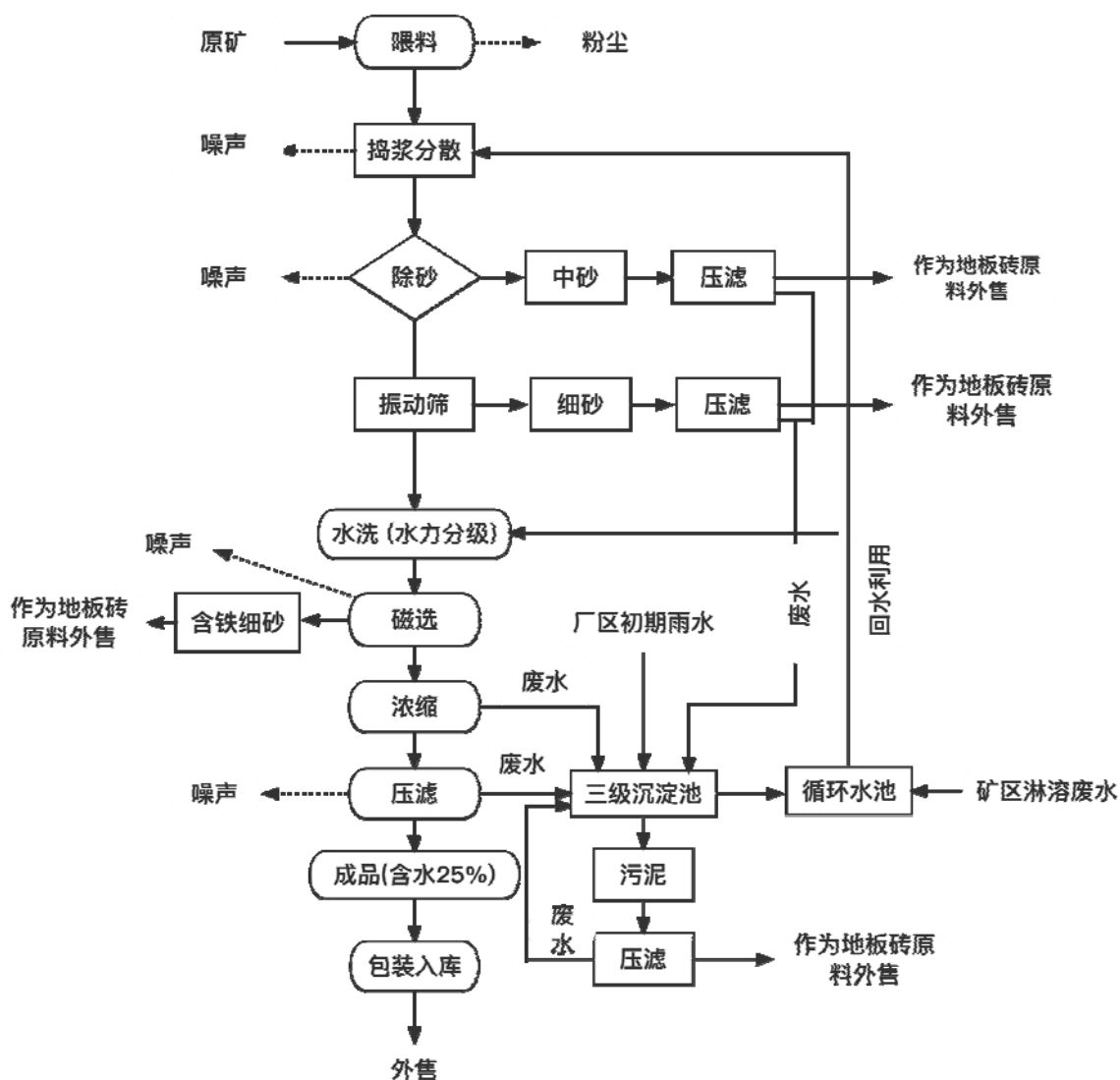


图 4-1 陶瓷土矿石加工工艺流程示意图

6 矿床开采技术条件

6.1 水文地质条件

6.1.1 矿区水文地质特征

1、矿区地形地貌及水文气象特征

矿区位于南岭山脉中段南缘，为低山地貌，矿区整体地势北东高南西低，最高点位于北东部 4 号拐点附近，标高为+638.0m；最低点位于南西部 7 号拐点附近，标高为+480.0m，最大相对高差+158.0m。矿区周边最低标高位于矿区外围南西侧较低洼处，当地最低侵蚀基准面为+450m。根据陶瓷土矿的产出部位、矿体形态及地形条件，矿床适合采用地表露天开采，拟设开采标高+638m~+480m，矿区范围最低开采标高高于当地最低侵蚀基准面，大气降水和地表水沿山坡向下排泄通畅，对矿床露天开采无明显影响。

地表水特征：矿区内地表径流较少，水系较不发育，在矿区外围东南侧工业场地西侧零星分布有四处水塘（沉淀池），接受周边大气降水汇水补给；在矿区内西南侧山沟处发育有三条地表溪沟，地表溪沟多呈季节性，流量一般在 0.1~0.25L/s，三条溪沟水流由东北向西南方向径流，汇集于矿区外 4 个沉砂池中供工业加工使用。根据本次水工环地质调查在三条地表溪沟中各取一个水样进行化验分析，分析结果为：地表水 PH 值为 6.48~7.29，矿化度 43.88~52.81mg/L，为低矿化度淡水，水化学类型主要为 $\text{HCO}_3\text{—Na}$ 、 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型。经开采后，矿区范围内的地表水将主要向南侧汇聚，分散排泄于南侧下游地表冲沟、溪流。矿区范围内最低开采标高为+480m，高于当地最低侵蚀基准面。

根据现场观测及地形测量，现矿区采坑最低开采标高为+539.55m，采坑内无积水，自然排泄情况良好。

根据始兴县气象局资料，始兴县多年平均湿度 76%，多年平均降雨量 1558.0mm，日极端降雨量 243.5mm（2010 年 5 月 6 日，司前镇政府气象观测站），始兴县年平均降雨日为 155 天（日降雨量>0.1mm）。4~9 月份为雨季，降雨量占全年降雨量的 68%。10 月至次年 3 月气候干燥，雨量较少。

2、矿区含水层特征

根据地层岩性分布及地质调查、钻探资料，按地下水含水介质及成因，矿区含水层主要有松散岩类孔隙水和块状岩类基岩裂隙水两大类。

(1) 松散岩类孔隙水

此类地下水主要赋存于第四系残坡积层及全风化-强风化花岗岩中，全区广泛分布。岩性以砂质粘土、中细粒砂石为主。根据钻孔揭露，含水层厚度 7.1m~72.4m，平均 33.79m，底板标高+459.98~+632.70m，平均标高+529.41m。富水性弱，透水性较好，随季节变化明显。根据本次水工环地质调查取样分析结果，此类型潜水 pH 值 6.48~7.29，呈中性，矿化度 43.88~52.81mg/L，为低矿化度淡水。该类地下水在矿区内富水性分布不均，整体富水性弱。

(2) 块状岩类基岩裂隙水

此类地下水主要赋存于中风化-微风化花岗岩的风化裂隙中，全区不均匀分布。根据钻孔揭露，矿区内含水层厚度 0~141.77m，平均 70.25m。静止水位埋深 1.50~29.50m，平均 17.28m。含水层富水性弱，水化学类型以 $\text{HCO}_3\text{—Na}$ 、 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 型为主。

3、地下水的补给、径流、排泄条件

大气降水是地下水的主要补给来源。主要通过残坡积层、风化裂隙带垂直下渗补给地下水。地下水径流方向与地表水径流方向大致相同，地下水径流整体由矿区自北向南、自东向西两个方向径流，以泉、潜流形式分散排泄于下游地表冲沟、溪流。

松散岩类孔隙水主要受大气降水补给，以下降泉或蒸发形式排泄，部分补给块状岩类基岩裂隙水。块状岩类基岩裂隙水主要受大气降水直接补给，或受松散岩类孔隙水间接补给，以下降泉形式在低洼地段排泄。

4、矿坑涌水量预测

(1) 矿床充水因素分析

矿山开采标高为+638m~+480m，开采方式为露天开采。最低开采标高位于当地侵蚀基准面以上，矿区可自然排水。基岩裂隙水为矿区的主要含水层，富水性弱，对矿坑充水的影响较小。因此，矿床充水的主要来源为大气降水，包括矿坑采区的大气降水和采区至山脊的大气降水汇流。

(2) 矿坑涌水量预测

根据现场调查，矿区采用露天开采，区内整体地势东高西低、南北高中间低，采场范围及上部山坡大体为一个相对独立的水文地质单元，大气降水是矿区的主要充水来源，因此，该水文地质单元的大气降水汇流可以看作为矿坑的涌水量。

根据始兴县气象局资料，矿区多年平均降雨量为 1558.0mm，多年平均降雨天数 155 天（即日平均降雨量为 10.05mm），日极端降雨量 243.50mm（2010 年 5 月 6 日，司前镇政府气象观测站），矿区周边汇水面积约为 0.57km²，则矿坑涌水量计算如下：

$$Q = q \cdot \alpha \cdot S$$

其中，Q 为矿区最大涌水量，m³/s；

q 为矿区最大降雨强度，m/s；

k 地表径流系数，采场地表岩性为粘土或风化花岗岩，取值 0.8；

S 为矿区汇水面积，m²。

矿区正常降雨和特大暴雨期间的矿坑汇水量计算见表 6-1。

表 6-1 矿区降雨汇水量计算表

工况	计算参数			Q (m ³ /d)
	q (m)	S (m ²)	k	
平均	10.05×10 ⁻³	0.57×10 ⁶	0.8	4582.8
最大暴雨	243.50×10 ⁻³	0.57×10 ⁶	0.8	11103.6
备注	正常降雨量取多年年平均降水量1558.0mm，最大暴雨量取日最大降水量243.50mm			

由计算结果得出，矿区开采时正常降雨汇水量 4582.8 m³/d，矿坑最大日最大降雨汇水量 11103.6 m³/d，在平时地面径流较小，可沿山坡自然、引水工程和截排水工程排泄，但遇到强降雨天气时，地表径流骤增，容易导致崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害的发生。

5、供水水源方向

矿区开采矿种为陶瓷土，开采简单，但加工工艺流程中需用水量较大，在矿区外围北西侧修建有4个沉砂池，综合利用大气降水对矿坑及周边山体充水作为水源，通过溪流和人工排水沟汇入沉砂池，溪流地表水pH值6.48~7.29，呈中性，矿化度43.88~52.81mg/L，为低矿化度淡水，水质类型主要为HCO₃—Na、HCO₃-Ca型，汇水沉淀滤清后，排入工业场地附近水塘用做生产用水，可满足矿山生产用水需要。

生活用水使用矿区北侧约500m处山泉水，利用水管接引至矿山生活区，水质良好，可作为矿山生活用水。

矿山开采过程中的采场废水，排放时有害化学成分含量较少，但含较多粉尘类悬浮物，且流量变化较大，经沉淀池处理后可作生产用水，滤清后也可作为生活用水，但不宜作饮用水，或经沉淀池处理后自然排泄于周边水塘中。

6、水文地质勘查类型

综上所述，矿区位于南岭山脉中段南缘，为中低山地貌，矿区范围内及周边500m范围内无大型地表水体，仅见小水塘、季节性小溪流。矿区最低开采标高高于当地最低侵蚀基准面。矿坑采区的大气降水及采区至山脊的大气降水汇流是矿坑的主要充水水源，矿山采用露天开采，区内北东高南西低的地形比较有利于矿坑自然排水，在后期开采过程中矿坑积水可自排，通过汇水计算，矿坑的正常涌水量为 $4582.8\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $11103.6\text{m}^3/\text{d}$ 。

因此，本矿床水文地质勘查类型为第二类第一型，以基岩裂隙含水层充水为主的矿床，矿山水文地质条件属简单类型。

6.2 工程地质条件

6.2.1 工程地质现状及评价

根据矿体及围岩工程地质特征，主要工程地质问题出现层位，岩土体可划分为松散岩组、破碎软弱岩组、较完整半坚硬岩组3个工程地质岩组。

1、松散岩组

主要为第四系残坡积土及强风化岩，强风化岩较均匀的分布于晚侏罗世侵入体上部，其原岩岩性为中细粒二云母二长花岗岩。松散岩组全区广泛分布，厚度分布极不均匀，厚约 $7.1\text{m}\sim 72.4\text{m}$ ，平均 33.79m ，山脊、山坡和开阔的山脚地带相对较厚，而沟谷地带相对较薄，岩性以砂质粘土、中粗粒、中细粒砂石为主。钻孔岩芯干，硬塑，结构松散，遇水易软化崩解，岩心多成碎块、碎屑状，局部胶结成块状，岩心完整性差，岩石质量差，工程性能较差。在强降雨的影响下，松散岩组边坡易发生崩塌或滑坡地质灾害。

2、破碎较硬岩组

主要由中风化岩组成，分布于强风化岩下部，据 ZK2-1、ZK4-3、ZK4-4 与 ZK5-4 钻孔数据，中风化岩厚度为 $3.0\sim 58.7\text{m}$ ，平均 29.55m ，其岩性为中细粒二云母二长花岗岩。岩体完整性破碎~差，多为短柱状、碎块状，部分钻孔见少量长柱状岩芯，岩石质量指标(RQD)为 $20\%\sim 64\%$ 。经取样进行饱和抗压试验，

抗压强度最低 38.2MPa，最大 86.1MPa，平均值为 59.23MPa，整体属较硬岩组，岩体质量中等。

3、较完整半坚硬岩组

分布在中风化岩石的下部，为微风化中粒二云母二长花岗岩，因本次施工的钻孔大部分未钻穿中风化层，未能完整揭露中风化和微风化的界线，微风化与中风化呈渐变过渡关系，且硬岩层的岩心采取率较低，未完整揭露微风化—未风化层埋深，采集的抗压强度样品较少，仅有 2 个样品饱和抗压强度 $\geq 80\text{MPa}$ ，岩石质量指标(RQD)为 73%~76%，故判定该层为较完整半坚硬岩组，岩体质量较好。

6.2.2 结构面特征

据调查，矿区主要发育有 2 组节理裂隙，①组走向北东，倾向北西 $325^\circ \sim 337^\circ$ ，倾角 $70^\circ \sim 85^\circ$ ，节理密度 0.10m 至数米，裂隙面较平直，宽 0.10~5.0cm，多见硅质充填；②组走向近东西，倾向南西 $185^\circ \sim 200^\circ$ ，倾角 $80^\circ \sim 85^\circ$ 。节理裂隙面接触较紧密，局部微张，其宽度约数毫米。

根据岩体结构分类，矿区内强风化层结构类型为 V 类，呈散体结构，强风化层厚度在 6.2~56.7m 之间，平均厚度 32.42m；强风化花岗岩结构松散、土体水理性差，浸水易软化，抗冲刷能力差。中风化层结构类型为 II 类，呈块状结构，根据勘探线剖面，推断中风化层平均厚度为 43.81m，结构面分级为 IV、V 级节理裂隙，节理裂隙以张节理为主，剪节理次之，节理面为粘土矿物充填或半充填，岩体较破碎。

6.2.3 矿床及其顶底板特征

矿区内矿体为全风化~微风化二云母二长花岗岩，其中强风化二云母二长花岗岩多呈碎块、碎屑状，岩石质量为 I 等，属松散岩体，根据《工程岩体分级标准》（GB/T 50218 - 2014）规定，岩体基本质量指标 BQ 值 < 250 ，属 V 级；中风化二长花岗岩多呈短柱状、碎块状，岩石质量指标(RQD)为 20%~64%，岩石质量为 I~III 等，属破碎软弱岩体，抗压强度最低 38.2MPa，最大 86.1MPa，平均值为 59.23MPa，岩体基本质量指标 BQ 值为 340~436，属 III~IV 级，根据现场情况，裂隙较发育，节理发育一般，岩石整体较破碎。微风化未完整揭露，根据岩石质量指标(RQD)73%~76%及现场裂隙、节理发育较少，综合判定微风化二云母二长花岗岩为较完整岩。

6.2.4 工程地质评价

1、工程地质条件现状评价

通过现场调查发现，现采矿权已到期，老矿区范围内已停止采矿活动，老采场位于矿区东部，采掘断面呈缓坡状，已大致形成了标高+590m、+583m、+575m、+570m、+562m、+555m、+550m、+544m 八级开采台阶，台阶高度 5~8m，开采边坡坡度 $25^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ，开采边坡总体坡向南西，目前老采场开采边坡较稳定，未发现现状地质灾害。但因开采边坡主要由松散岩组组成，在强降雨的影响下，松散岩组边坡易发生崩塌或滑坡地质灾害。

2、工程地质条件预测评价

(1) 土质边坡

矿区上部强风化层及残坡积层组成的土质边坡分布于矿区红线四周，土质边坡高度在 6.0~48.0m 之间，平均高度 26.4m，呈散体状，遇水易崩塌，稳定性较差，为极软岩组，矿区土质边坡沿边坡内部发生圆弧滑动，造成边坡的失稳，土质边坡的稳定性差，在暴雨长期作用下易引起滑坡、崩塌等地质灾害以及水土流失等不良地质现象。在实际矿山建设中，应采取降低坡高、增加台阶、设置良好的截排水设施，必要时使用工程治理措施来加强对土质边坡的管理工作。

(2) 岩质边坡

矿区主要发育有 2 组节理裂隙，产状分别为： $325^{\circ} \sim 337^{\circ} \angle 70^{\circ} \sim 85^{\circ}$ 、 $185^{\circ} \sim 200^{\circ} \angle 80^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，其中北东向节理密度 0.10m 至数米，裂隙面较平直，宽 0.10~5.0cm，多见硅质充填，东西向节理裂隙面接触较紧密，局部微张，其宽度约数毫米。结构紧密，富水性能差，未见有渗水。

岩质边坡的岩体完整性破碎~差，多为短柱状、碎块状，见少量长柱状岩芯，裂隙较发育，矿区内岩质边坡稳定性中等，适宜露天机械化台阶式开采。未来矿山开采时，矿山作业是需要进行爆破，爆破完毕之后，要注意对石场的危石及时处理。设计开采参数，采剥作业必须遵循“由上而下，分平台阶开采”的原则。

6.2.5 工程地质勘查类型

矿区范围内出露岩性主要为强风化花岗岩，次为中风化花岗岩及第四系松散层，工程地质勘查类型为第三类，开采边坡稳定性较差，矿山开采时，容易发生工程地质问题。

综上所述分析认为，矿区工程地质条件中等。

6.3 环境地质条件

6.3.1 环境地质现状及评价

1、地震

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）和《广东省地震烈度区划图》（1:180 万），本区地震基本烈度为Ⅵ度，基本地震加速度值为 0.05g。根据矿区周边地震历史记载，矿区周边未发生 6 级以上地震，仅有零星小震，区域地壳属于较稳定区，对矿山开采影响不大。

2、矿区放射性

矿区内主要矿体岩性为晚侏罗世（J₃γ）中细粒花岗岩，北西部有少量早侏罗世（J₁γ）粗粒斑状花岗岩围岩出露，取 4 件样品进行放射性检测，其中 3 个中细粒花岗岩岩石样品的天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 的放射性比活度同时满足 $I_{Ra} \leq 1.0$ 和 $I_\gamma \leq 1.0$ ，依据《建筑材料放射性核素限量》（GB6566-2010）规定，中细粒花岗岩可作为建筑主材料，同时可作为 A 类装饰材料，其产销范围不受限制；1 个粗粒斑状花岗岩岩石样品的天然放射性核素镭-226、钍-232 和钾-40 的放射性比活度同时不满足 A、B 类装饰装修材料，但满足 $I_r \leq 2.8$ 要求的为 C 类装饰修饰材料，仅用于建筑物的外饰面及室外其他用途。

3、现状环境地质问题

通过现场调查发现，矿区位于中低山地貌区，矿区周边植被发育，覆盖良好，多以杂树林和灌木丛为主，间夹一些松、杉等经济林。现采矿权已到期，老矿区范围内已停止采矿活动，老采场位于矿区东部，采掘断面呈缓坡状，已大致形成了标高+590m、+583m、+575m、+570m、+562m、+555m、+550m、+544m 八级开采台阶，台阶高度 5~8m，开采边坡坡度 25°~45°，开采边坡总体坡向向西，目前老采场开采边坡较稳定，未发现现状地质灾害。

矿区采用露天开采方式，矿山开采对山体开挖切坡、采石取土，破坏矿区地形地貌及林地资源，工业场地的建造压占土地资源，并造成水土环境污染，这些问题较难以恢复治理，对自然地形地貌破坏严重。据调查，目前损毁、破坏地形地貌及林地资源区域主要为现矿区范围内，面积约为 3.90hm²，压占土地区域主

要为工业场地区域，面积约为 6.80hm²。

根据本次地表水水质分析结果（表 6-2），地表水未超过《水污染物排放限值》（DB 4426-2001）中的对环境有害的组分均未超过允许排放标准，因此，现状地表水对环境无影响，其硬度及 PH 值可达到工业用水标准。

表 6-2 地表水分析结果表

水样 编号	K ⁺ (mg/l)	Na ⁺ (mg/l)	Ca ²⁺ (mg/l)	Mg ²⁺ (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	TFe (mg/l)	HCO ₃ ⁻ (mmol/L)	CO ₃ ²⁻ (mg/l)
SY01	1.24	5.05	4.00L	3.00L	0.05	0.03	0.495	0.00
SY02	1.16	6.10	4.00L	3.00L	0.05	0.02	0.544	0.00
SY03	0.93	6.06	4.00L	3.00L	0.06	0.14	0.396	0.00
水样编号	Cl ⁻ (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	F ⁻ (mg/l)	NO ₃ ⁻ (mg/l)	OH ⁻ (mg/l)	游离 CO ₂ (mg/l)	PH	总硬度
SY01	4.11	1.00L	0.20	3.32	0.00	14.12	6.48	7.94
SY02	4.11	1.00L	0.18	0.10L	0.00	9.41	7.29	3.97
SY03	2.73	2.42	0.28	0.10L	0.00	9.41	7.08	3

6.3.2 环境地质预测及评价

1、地质灾害预测

根据《韶关市地质灾害防治“十四五”规划》，矿区位于地质灾害一般防治区；根据矿区环境地质条件和矿山建设特征，采矿活动会破坏原始地质环境，产生地质灾害诱因，从而引发一定的地质灾害，预测矿区未来开采活动中有可能引发的主要地质灾害有：

（1）崩塌/滑坡：在矿山开采时，因松散软岩组和较软岩组均结构疏松，粘结性差，当边坡坡度大于 45° 时，可能出现崩塌或滑坡，在暴雨季节，发生率则更高。

（2）泥石流：矿区夏秋季节多山洪暴雨，矿山开采时剥离量较大，未来废石、废土堆积区堆积的松散堆积物，若处置不当，在暴雨作用下存在发生泥石流的风险。

2、水污染及其其它环境地质问题预测

矿山为露天开采，对地下水资源基本无影响；由于该矿采用露天开采，占用土地资源较大，主要是堆石场、堆土场和采矿场占用一定土地资源。开采过程中会对部分植物造成破坏，容易产生局部水土流失，污染水体。

采矿活动会产生噪音和一定量的粉尘，对周边造成污染。该矿山为高岭土矿和建筑石料用花岗岩矿，根据矿区地质条件及采矿工艺，矿石中不含有毒有害成份，矿石的放射性不超限，对人体基本无伤害，仅含有一定的悬浮物，对下游水源有轻度污染。

矿床开采最低标高与矿区最低侵蚀基准面相同，低于矿区地下水位标高，开采后期会对地下水水位有所影响。

矿区采用露天开采方式，开采时将会对矿区的地形地貌、植被和土地资源产生破坏。

3、防治措施

依据矿区地质实际情况和采矿活动，针对以上预测地质灾害，提出以下防治意见：

崩塌/滑坡：在矿山开采过程中密切注意岩体的稳定性，在可能崩塌的边坡上建立观测点，及时发现及时处理。

水土流失、泥石流：剥离体尽量利用，减少剥离体的体积。产生的废土废渣量，可用于铺设矿区道路，堆放时应在矿区低洼处，堆放区四周挖截排水沟，截流坡面雨水和地表径流，表面种植植被。

噪声、粉尘及水污染：矿山开采应尽量使用新设备、新工艺以降低噪音、减少粉尘，应采用湿式作业；矿山排水应建设沉淀池，使悬浮物沉淀后再外排。

矿山应编制矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案，主要包括边坡治理，植被修复、矿渣处理、土地复垦等措施，及时对矿山开采后的自然景观进行修复治理，治理后能有效减小矿山开采对矿区自然景观的影响。

综上所述，矿区地质环境类型为第二类，地质环境质量中等。

6.4 开采技术条件小结

本矿床的水文地质条件简单，工程地质条件中等，环境地质条件中等，本矿床开采技术条件以工程地质、环境地质为主的中等的（II-4 类）类型。

6.5 绿色矿山勘查

本次勘查工作牢固树立绿色发展理念，将绿色发展理念贯穿于勘查的全过程，将保护生态环境作为勘查活动中应尽的义务和责任。结合设计的测量、钻探、采样等工作制定本绿色勘查要求。

6.5.1 环境地质预测及评价

1、基本要求

①修筑道路及施工场地，应根据自然条件及安全文明、环境保护等管理要求进行规划布置。

②修筑道路和施工场地尽可能减少土地的占用面积、树木与植被的破坏。需要并可移植的树木应尽量移植保存，用于项目施工结束的复绿或就近栽培。

③施工剥离的适合复垦的表土，应当收集存放管理，作为施工结束后的复垦、复绿用土。宜将开挖的土石用于工程回填、路基建设及边坡填筑。需外运土石应指定位置并规范管理。

④施工中挖填形成的边坡及土石堆场边坡应做好支护或拦挡，预防崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，尽量减少土石压占土地面积。

⑤现场设施建设，应满足相关法律法规和国家强制性标准要求。

2、施工道路

①统筹规划勘查场地进入通道，充分利用已有可利用的公路、村道等。

②新修建道路设计，在满足项目勘查施工区、工程点基本需求的同时，兼顾项目后续勘查开采阶段施工及当地社会经济发展需要。

③在确保安全情况下，道路修筑尽可能减少占用土地、植物移植，以及对水环境和野生动物保护的影响。

3、施工场地平整

①测量场地

测量场地在满足仪器安放及人员操作需求时，应选择在无植被或植被稀少的位置，尽可能不破坏表土、农作物和植被。

②钻探场地

A、钻探（钻井）施工场地一般应按照现场施工设备、附属设施安装、施工操作、钻进液循环系统、材料物资存放、临建房屋等施工需要，依据现场地形条件进行分区布置，以满足减小环境影响和安全文明施工为原则，严格控制场地平整使用土地面积。

B、钻探设备安装及其施工操作场地，鼓励优先采用模块化的便携式探矿设备。

C、钻进液循环系统场地。清水池或浆液池及废浆液池可不与钻进施工机场同一场地布置，其开挖容积应按钻孔深度进行计算，不宜小于钻孔容积的 2 倍。

D、岩芯棚及材料库、备用管材物资堆场、值班休息室、油料堆场、废弃物资及垃圾场、工地厕所场地等附属设备设施场地，按照附属设备、设施安装及操作使用需求，在最大限度减少环境扰动前提下，依地形分区平整场地。

E、钻探（钻井）施工场地应设置排水沟，确保现场无低洼积水。若施工机场边坡上方汇水面大或位于冲沟附近，应设置截水沟。

6.5.2 现场管理

1、勘查技术规范

①基本要求

A、施工场地以方便、适用、安全文明、环保为原则，因地制宜，合理布局，应减少对土地、植被、景观的扰动和破坏。

B、确保施工场地平整、稳固，无地质灾害及其它安全环保隐患。

C、为防止污染土壤及减少对土地植被的压占破坏，除施工设备安装外，坑道、井口操作区和重型设备运输道路、库房的基础等场地，需进行开挖夯实平整或局部硬化处理外，应在地面铺设土工布隔离，在施工操作区及施工通道铺设防滑网。

D、施工中不随意踩踏植被及农作物，除依据法律法规取得相应的行政许可外，不砍伐树木、捕杀野生动物及采伐保护性植物。

E、施工设备设施安装及水、电线路铺设等应严格按国家、行业相关规定及规范、标准要求进行施工，符合现场安全文明施工及环境保护的相关标准要求。有条件的地方应积极使用光电、风电等清洁能源。

F、施工现场的岩芯棚、材料设备库、休息室、办公生活房屋、厕所等临建设施采用便于拆卸安装、可重复利用的钢构件式组合搭建，规格统一标准，布置规范、整齐。

G、施工现场安全文明及环保设施完备可靠，相关管理制度、图表及标牌齐全、规范、醒目。

②测量

采用先进测量仪器、设备和方法开展测量工作，尽量避免测量工作砍伐树木

及土地植被的压占破坏。

③钻探施工

钻探施工主要设备及配套技术应处于国内先进水平。施工设备应具备安、拆快捷，便于搬运，机械化、智能化程度高，施工操作安全简便、劳动强度低、生产效率高，工程质量好、节能、环保等特点。优先采用模块化、轻便化、小型化、集成度高的钻探及其配套设备。

A、钻探施工技术工艺应先进合理，切合勘查施工要求，钻进效率高，质量优，节能减排，安全环保。积极采用定向钻探、绳索取心金刚石钻进、冲击回转钻进、空气潜孔钻进、不提钻换钻头等先进的钻探施工方法及技术工艺。除浅表层开孔外，尽量采用金刚石绳索取心、双层管或三层管钻进技术工艺。

B、钻探施工循环液使用泥浆时，应采用无固相或低固相的优质环保浆液。泥浆材料及处理剂具备无毒无害、可自然降解性能，符合环保标准要求。加强循环液的现场使用管理，做好施工中防渗、护壁及净化处理，预防浆液使用中造成地面及地下污染。

2、职业健康与安全

作业现场职业健康与安全管理，应满足国家相应的法律法规和 GB14161、GB15848，GB16423、GB/T28001 等国家标准要求，严格执行 AQ2004、EJ275、SY6349、SY/T6276 等行业标准，鼓励采用国际标杆企业的良好实践。

员工进入作业现场，应经过相应的职业健康与安全培训、作业技术培训。制定作业行为培训制度，对新员工进行规定的培训，对出现不规范行为的人员进行再培训。

6.5.3 环境恢复治理

1、场地清理

①勘查施工区（点）工作结束后，应及时拆除现场施工设备、物资和临时设施，清除现场各类杂物、垃圾及污染物。

②现场的垃圾、油污、废液、沉渣及其它固体废物应进行分类清理、收集，按照 GB18599 等相关规定进行焚烧、消毒、沉淀、固化等处理。

③对于现场不能处置的污染物，应外运到专业处理场处理。

2、场地恢复平整

①场地恢复平整应根据恢复治理设计要求，结合现场情况，尽可能按原始地形地貌平整。难以复原的地段，应按恢复治理设计场地平整标高进行平整，尽可能与自然环境相协调。

②施工现场的坑、池、井洞、沟槽等，应采用平场开挖的土石进行回填，场地平整工作不应产生新的挖损破坏。

③钻探及其它施工现场场地平整中，应彻底清除场地上污染物。废浆、废液应进行固化处理，深埋于开挖的坑、池底部，上部回填无污染的土壤。

③钻探现场应严格按照地质设计要求认真做好封孔工作，保证封孔质量，孔口用水泥砂浆树立规范的标志桩。

④施工道路及临建场地根据设计恢复地类及保留需求进行平整。

3、场地覆土

①场地的覆土厚度及土质应符合恢复地类的复绿设计及相关行业的规范标准要求。

②仅压占未挖损及污染的场地，可采取深翻、松土、培土等方式，满足相关规定和设计恢复治理要求。

4、复垦复绿

①涉及复垦复绿，应按照绿色勘查实施方案及相关行业规范要求进行，工程质量符合《土地复垦规定》、DB11/T212、TD/T1036 等相关验收标准及项目绿色勘查实施方案的要求。

②耕地复垦，经现场深翻、松土及覆土后，应满足当地农作物耕种条件。

③复垦复绿施工中，应做好环境恢复治理工程的维护管理。在工程质保期及植被恢复养护期间，应对损坏或检查不合格的工程进行修补和返工处理。

④恢复治理工作应达到现场无污染破坏痕迹，生态恢复良好，环境协调。

6.5.4 和谐勘查

1、勘查实施过程中，作业单位应宣传绿色勘查的理念，争取当地社会的理解与支持。

2、规范作业人员勘查活动，言行文明有礼，尊重当地宗教信仰及风俗习惯，遵守勘查区所在地的乡约民俗。

3、加强与矿产勘查区的利益相关者交流互动，正确处理好社会关系，避免

产生矛盾，及时化解纠纷。

4、接受社会监督，建立重大环境、健康、安全和社会风险事件申诉-回应机制。

6.5.6 绿色勘查管理

1、勘查责任主体应建立绿色勘查监管制度，由绿色勘查监督机构或责任部门，对涉及本标准内容的设计、施工和成果进行审查、检查监督及验收评价。

2、勘查过程中，责任主体应及时对绿色勘查工作进行动态监管，督促勘查施工单位认真执行绿色勘查设计要求及规范标准。

3、绿色勘查工作中，施工单位应及时做好相关施工技术及管理工作的记录、收集、整理及编制归档工作，并做到真实、齐全、规范。

4、对阶段性工作及竣工成果，应按照规定做出检验评价。

7 勘查工作及其质量评述

7.1 勘查工作及工程布置原则

7.1.1 勘查类型

本区矿床为陶瓷土矿，矿体连续产出，其延展面积大于 0.2km^2 ；矿体呈层状、似层状，边界规则；矿体厚度在 $6.2\sim 56.7\text{m}$ 之间，平均厚度 32.42m ，矿体厚度稳定，变化系数为 40.37% ，厚度变化有规律；矿体内部结构复杂程度简单，矿石质量稳定；矿区构造复杂程度简单，无较大的断裂构造及脉岩，对矿体影响小。综上所述，根据《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020）规定，矿床勘查类型为 I 类（地质条件简单型），参考勘查工程间距为 $200\times 200\text{m}$ 。

7.1.2 勘查手段及方法

本矿区采用地质勘查、探矿工程、系统采样等方法进行勘查，具体手段有 1:2000 地形测量、地质填图、水工环测量，地质剖面测量，钻探工程，槽探工程，地表岩石及钻孔岩芯采样，岩矿鉴定采样、矿石大体重、稀土分析采样，放射性采样等手段。

7.1.3 勘查工程布置原则、间距的确定和依据

矿体沿地形分布，呈层状、似层状产出，边界规则，产状与地形坡向大致相同，矿体上部为残坡积层，矿体埋深为 $0.8\sim 5.0\text{m}$ 之间，平均埋深 2.4m 。矿体东西宽度为 $224.8\sim 494.8\text{m}$ ，南北长度为 858.6m ，矿体形态简单，本次核实勘探线布设大致垂直山脊走向布置，共布设 6 条勘探线，勘探线方位为 90° ，实际勘探线间距大致为 $100\sim 200\text{m}\times 80\sim 190\text{m}$ 不等。矿石质量稳定，连续产出，因此钻孔均为 90° 直孔。

7.2 勘查工程及质量评述

本次核实工作勘查工程主要为槽探工程和钻探工程。

1、槽探工程

槽探工程沿 2 号、3 号、4 号及 5 号勘探线布置。主要目的为：揭露矿体以便于采集各类样品；揭露各种地质界线，了解岩矿石岩性组合特征。探槽规格依覆盖层厚度变化而变化，探槽深度不超过 3m ，两壁坡度 $65^\circ\sim 75^\circ$ ；槽底最终宽度均大于 0.6m ，探槽深度以达到地质目的为原则，探槽完工后进行了回填。

本次核实共完成探槽工作量 1270.8m³，工作结果达到揭露地质界线和采样的目的。因此，矿区的槽探工程基本达到了规范的要求和地质目的（照片 7-1）。



照片 7-1 施工探槽揭露地质界线

2、钻探工程

为了解矿石深部质量变化情况，控制深部矿体、夹石等地质界线，满足规范网度要求，做到地表与深部立体对应控制并采样，在矿区范围内布设 6 条勘探线，共施工钻孔 42 个（其中参与储量计算的钻孔 31 个），钻探深度 10.0~129.50m，孔底标高为+445.00m~+632.70m。钻孔均为直孔，采用 XY-150 型号钻机，Φ110mm 口径开孔，干钻至中风化层后换成 Φ89mm 口径钻进直至终孔。

钻孔质量情况详见表 7-1。现按钻探六项指标衡量分述如下：

（1）岩矿芯采取率

按规范要求岩芯采取率应大于70%，原岩型矿芯采取率应大于80%，本区岩矿芯采取率大部分在80%（含）以上，仅ZK5-4钻孔岩矿芯采取率为64.81%，岩矿芯采取率符合要求。

（2）钻孔弯曲度测量

全区施工的42个钻孔，均采用直孔钻探，钻探过程每钻进50m及终孔后进行钻孔弯曲度测量，按要求均合格。

（3）简易水文地质观测

矿区内全部钻孔均做了简易水文观测，记录掉块、卡钻和涌水、漏水等情况。资料记录规范、齐全，满足地质工作的要求。

（4）孔深校正

本区所施工的42个钻孔皆按要求每钻进100m及终孔后进行孔深校正。用钢尺丈量，所有钻均未超差。绝对误差最大为0.08m，最小0m，相对误差0~4/万，均在允许误差范围（1/1000）内。

（5）原始班报表

各班指定专人在现场及时填写报表，做到记录准确、真实、整洁、数据齐全，岩芯牌、岩芯编号填写清楚，能够满足地质要求。

（6）封孔

矿山采用露天开采，钻孔空洞对后期采矿影响不大，故未填实封孔，仅在孔口浇筑方形水泥板，标注钻孔信息及开孔中心点。

综上所述，钻孔地质编录资料完整详细、分层合理，并编制了钻孔柱状图，总体来看，整个钻探工程的质量符合要求（表7-1）。

按《地质岩芯钻探规程》（DZ/T0227-2010）要求对钻孔质量进行验收，经评定，ZK5-4为Ⅱ级孔，其他钻孔全部为Ⅰ级孔。

表7-1 钻探工程质量一览表

钻孔编号	孔口坐标（2000 国家大地坐标系）			孔深 (m)	倾角	岩芯采取率 (%)	孔深校正		弯曲度测量		简易水文 观测	班报表原始 记录	封孔 质量	质量 评定
	坐标 (X)	坐标 (Y)	高程 (H)				次数	误差(m)	次数	天顶角 (°)				
ZK01	2728770.70	38513289.62	496.10	51.10	90°	99.71%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK1-1	2728689.83	38513329.96	481.94	25.12	90°	82.40%	1	0	1	88	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK1-2	2728704.31	38513488.35	485.73	24.50	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK02	2728840.49	38513486.57	562.13	41.93	90°	97.38%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK2-1	2728901.67	38513137.57	518.00	49.85	90°	87.16%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK2-2	2728901.70	38513329.93	543.06	48.43	90°	86.10%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK2-3	2728933.21	38513511.45	545.36	82.41	90°	79.48%	2	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK2-4	2728878.90	38513729.17	532.11	71.77	90°	84.85%	2	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK03	2728729.15	38513617.52	504.00	38.10	90°	98.95%	1	0	1	88	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK3-4	2729110.32	38513729.82	557.03	65.50	90°	86.41%	2	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK04	2728910.58	38513440.49	574.00	40.05	90°	99.63%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK4-1	2729312.73	38513238.39	516.45	47.35	90°	99.68%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK4-2	2729293.59	38513329.88	545.89	74.75	90°	97.26%	2	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK4-3	2729301.73	38513576.37	614.27	60.80	90°	95.72%	2	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级

钻孔编号	孔口坐标（2000 国家大地坐标系）			孔深 (m)	倾角	岩芯采取率 (%)	孔深校正		弯曲度测量		简易水文 观测	班报表原始 记录	封孔 质量	质量 评定
	坐标 (X)	坐标 (Y)	高程 (H)				次数	误差(m)	次数	天顶角 (°)				
ZK4-4	2729301.75	38513729.84	606.00	129.50	90°	75.06%	3	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK05	2728904.98	38513686.78	545.00	59.85	90°	100.00%	1	0	1	88	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK5-1	2729480.55	38513239.29	530.38	59.47	90°	94.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK5-2	2729519.46	38513321.09	542.66	51.39	90°	96.91%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK5-3	2729501.72	38513512.51	619.98	87.80	90°	71.75%	2	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK5-4	2729404.53	38513729.85	603.95	69.74	90°	64.81%	2	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	II 级
ZK06	2729000.52	38513346.44	567.97	15.69	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK07	2729097.30	38513143.77	575.05	36.98	90°	99.51%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK08	2729141.45	38513641.92	567.98	24.14	90°	100.00%	1	0	1	88	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK09	2729209.25	38513839.43	610.00	26.40	90°	99.62%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK10	2729231.31	38513543.12	611.79	31.65	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK11	2729280.93	38513413.34	560.10	32.96	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK12	2729321.66	38513208.83	508.13	16.54	90°	87.67%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK13	2729429.46	38513381.73	533.98	31.40	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级

钻孔编号	孔口坐标（2000 国家大地坐标系）			孔深 (m)	倾角	岩芯采取率 (%)	孔深校正		弯曲度测量		简易水文 观测	班报表原始 记录	封孔 质量	质量 评定
	坐标 (X)	坐标 (Y)	高程 (H)				次数	误差(m)	次数	天顶角 (°)				
ZK14	2729449.38	38513250.13	511.86	22.12	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK15	2729624.86	38513329.72	555.53	34.95	90°	100.00%	1	0	1	88	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK16	2729406.37	38513562.40	623.10	45.84	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK17	2729534.76	38513503.00	623.04	45.68	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK18	2729386.24	38513636.67	611.78	29.60	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK19	2729474.36	38513710.77	623.89	20.30	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK20	2729529.42	38513637.45	642.70	10.00	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK21	2729112.51	38513459.21	545.78	31.60	90°	97.78%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK22	2729287.98	38513658.99	635.37	37.60	90°	100.00%	1	0	1	88	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK23	2728995.25	38513210.89	578.69	36.00	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK24	2729106.99	38513260.63	531.28	26.60	90°	100.00%	1	0	1	89	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK25	2729084.56	38513334.59	527.88	38.45	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK26	2729163.30	38513515.78	572.31	34.30	90°	100.00%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级
ZK28	2729602.00	38513529.72	614.23	15.50	90°	99.35%	1	0	1	90	符合要求	符合要求	合格	I 级

7.3 地形测量、地质勘查工程测量及其质量评述

本次地形测量由具测绘乙级资质的广东诚航遥感信息技术有限公司承担。测绘基准：平面坐标系统为 2000 国家大地坐标系，3° 分带，第 38 带坐标，中央子午线为 114°；高程系统采用 1985 国家高程基准，等高距为 2m。

作业依据：《城市测量规范》（CJJ/T8-2011）、《1：500 1：1000 1：2000 外业数字化测图技术规程》（GB/T14912-2005）、《全球定位系统（GPS）测量规范》（GB/T18314-2009）《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》（CH/T 2009-2010）、《数字测绘成果质量检查与验收》（GB/T24356-2009）、《国家基本比例尺地图图式第一部分 1：500 /1：1000 /1：2000 地图图式》（GB/B20257.1-2007）、《测绘作业人员安全规范》（CH/T 1016-2008）等。

工作底图及测量基准点：利用始兴县自然资源局提供的 1：10000 地形图作为设计和工作底图。

1、控制测量

控制测量采用广东省连续运行卫星定位服务系统（简称 GDCORS）使用工程之星 3.0 系统内快速静态法进行测量，测量仪器使用南方灵瑞 S86-2003 GPS 接收机，其精度为：RTK 平面精度：±1cm+1ppm，RTK 高程精度：±2cm+1ppm，定位时间为早晨 10:30 分左右，本次测量共布设 4 个测量控制点，埋石点 2 个，每个控制点观测时间大于 10 分钟，重复测量三次，其中点位中误差最大为 0.04m，高程中误差最大为 0.05m，满足《地质矿产勘查测量规范》（DZ/T18341-2021）规定要求。

2、地形测量

地形测量比例尺为 1:2000，因房屋等地物很少，主要为地形地貌，野外碎部点数据采集全部采用中海达 GPSRTK-V9 进行，对道路、水系、土质地貌、植被等各种地物地貌要素进行坐标和高程数据采集，观测时要求 GPS 信号稳定显示为固定解，才能保存记录，然后将野外采集的数据传输到电脑上，使用南方测绘公司 CASS9.0 数字化测图软件编辑成图。地形图编辑时，各种注记的字体大小、字型、方向均认真按《1/500、1/1000、1/2000 地形图图式》执行；图形数据分层按所使用的 CASS9.0 软件所定义的图层名表示。经检查，测点密度达到《地质矿产勘查测量规范》（DZ/T18341-2021）规定要求。

3、工程测量

① 勘探剖面测量：采用中海达 GPSRTK-V9 全野外测量，沿勘探线方向，每间隔 5-10m 采集一个数据点，最终实地测量出勘探线 6 条，共计 3.13km。测量成果经检查满足规范规定限差要求。

② 工程点定测：本区共施测钻孔 42 个，所有钻孔均进终孔后定测。重要工程点埋设标志，使用中海达 GPSRTK-V9 实地采集工程点坐标、标高。测量成果经检查满足规范规定限差要求。

7.4 地质填图工作及其质量评述

7.4.1 地质填图

矿区地质测量以 1:2000 地形图为底图，填制 1:2000 地质图，面积 0.65km²。根据填图情况总结，本矿区地层仅出露第四系（Q），见 2 个期次岩浆岩出露，界线清晰，矿区范围内断裂构造不发育，矿体简单、出露面积大。

填图方法是在研究旧资料的基础上，沿地质界线或构造线走向，追索地质体接触界线和矿体，填图路线以追索为主，结合路线穿越，查明各地质界线及接触关系，获取地质信息。界线点间距控制在 20m~50m，岩性控制点间距在 50m~80m。野外地质定点用红漆标注点号并在附近悬挂标志（如红色塑料袋等）；本次地质填图利用 GPS 掌上机进行野外定点，并结合地形、地物、地貌来确定，其误差在 10m 以内。野外使用的 GPS 掌上机显示的坐标经过地区校正系数进行校正，同时选择测区明显标志点对所有 GPS 进行系统偏差检验与校正，使校正后的 GPS 坐标误差小于 3m。

填图标准按照中国地质调查局地质技术标准《固体矿产勘查原始地质编录规程》（DZ/T0078-2015）执行，观测点密度按构造简单区正测点密度的来算，为 160 个/km²。本次累计定地质观测点 173 个，达到 266 点/km²。

本次地质填图达到详查工作的地质目的，满足规范要求。

7.4.2 地质剖面测量

比例尺 1:1000，在剖面地形测量的同时进行，工作量 3.13km。根据测量碎部点，实地用钢尺丈量，勾绘微地形，根据 1:200 地质编录，确定分层标志，划分填图单元。室内根据野外素描编录资料及样品分析结果、资源量估算参数编制形成 1:1000 资源量估算剖面图。所测制的剖面图满足资源量估算的精度要

求。

7.5 水文地质、环境地质、工程地质工作及其质量评述

本次资源储量核实工作完成的水文地质工作主要有水工环地质修测、岩芯水文工程地质编录。

1. 水文工程环境地质修测（1:2000）

依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》GB12719-2021 的要求，水文地质观测点应以地下水天然和人工露头及地表水体为主，辅以重要的地层、构造及地貌点等。修测区为水文地质简单，工程地质中等，环境地质中等，修测比例尺为 1:2000，则测量精度为 5~15 个/km²，本次水文地质测量面积为 0.65km²，观测点数共计 5 个，本次修测测量精度为 7.69 个/km²，满足相关规范的精度要求。测量时，观测路线选水点露头较多、工程环境地质问题较多的方向布置，对主要含水构造及含水层进行了追溯；观测点的布置根据地质、地形、地貌条件、地下水露头及地表水分布而定；对观测点进行了详细描述，并摄影；满足相关规范要求。

2. 水文工程地质编录

为了解矿区的水文地质条件，本次工作对施工的 42 个钻孔均开展了水文工程地质编录，水文地质编录与工程地质编录同时进行，共计完成工作量 1823.71m。

岩芯水文地质编录工作着重描述了岩石岩性、结构构造、含水特征和地下水溶蚀迹象，主要包括岩石颜色、结构、粒度、矿物成分、岩芯形状、裂隙发育程度、裂隙充填物及充填情况等；同时进行了工程地质编录，着重描述各岩组岩芯物理力学特征，统计岩石 RQD 值，对岩石质量进行评价。

岩芯水文工程地质编录的记录项目、格式、描述内容和顺序、计量单位等符合《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-2021）和《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）的有关要求。

7.6 采样、化验和岩矿鉴定工作及其质量评述

7.6.1 化学分析样

1、采样工作

（1）刻槽取样

基本分析地表样在探槽内或裸露的强风化层上用刻槽法刻取，样槽断面规格为 5cm（宽）×3cm（深），单样厚度大于 3mm（照片 7-2），取样前去除杂质，取样时用样布围好，以防样品飞失及外来物质混入。全矿区地表刻槽样共计 651 件，样槽基本沿勘探线布置，取样基本连续。经查样槽规格能达到 5cm×3cm，样品重量与理论重量误差最大不超过 15%，矿区的刻槽取样质量较好，样品具有较强的代表性。

（2）岩心样

在强风化层中可直接采集样品，在中风化层采用劈样机进行半心法取样，采集的一半样品送加工化验，另一半保留在岩心盒内保存备查。取样是在编录的基础上进行的，原则上是按层位、按岩性连续取样，在强风化层中样厚一般小于 3m，所取样品具有代表性。全矿区钻孔取样共计 534 件。

基本化学分析项目为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 ，组合分析项目为 SiO_2 、CaO、MgO、 K_2O 、 Na_2O 、TSO、LOI 和白度等。本次样品的基本分析和组合分析，由湖南省地质调查院测试中心承担。采样质量符合《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020）有关规范要求，质量可靠。

（3）样品加工

样品加工流程为称重、破碎、过筛、拌匀和缩分。由测试单位根据《地质矿产实验测试质量管理规范》（1994）要求进行。

（4）内外检情况质量评述

根据《矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020）要求，基本分析内检样品及组合分析样数量应不少于基本分析应抽检样品总数的 10%，内检合格率≥90%；基本分析外检样品、组合样为参加资源量估算的相应原分析样品总数的 5%，且外检合格率≥90%。当抽检数量较多时可以适当减少数量，内检数量不小于 5%，外检数量不少于 3%。

实验室按不低于 5%抽取的化学分析和组合样，在原测试单位（湖南省地质调查院测试中心）进行内检；项目部抽取不低于 3%的化学分析和组合样，送另一家测试单位进行外检，外检由湖南省遥感地质调查监测所完成。内检样、外检样测试元素与基本分析相同，测试分析结果见附表 2-1、附表 2-2。内检样、外检样抽取比例和具体件数见表 7-2。

表 7-2 化学分析样内、外检抽样情况表

样品类别	总件数	内检（件）	外检（件）	抽检比例（%）	
				内检	外检
基本分析样	1144	59	35	5	3
组合分析样	41	6	6	14.6	14.6

内检样、外检样分析数据依据岩石矿物试样化学成分重复分析相对偏差允许限，判定分析结果是否合格，以及是否存在样品制备和分析的偶然误差和样品分析的系统误差。当重复分析结果相对偏差小于或等于允许限时为合格。

岩石矿物试样化学成分重复分析相对偏差允许限计算公式：

$$Y_c = C \times 14.37 \times X^{0.1263} - 7.659$$

其中：Y_c 为重复分析试样中某组分相对偏差允许限；

X 为重复分析试样某组分平均质量分数；

C 为某组分相对偏差允许限系数（根据矿产地质勘查规范 高岭土、叶腊石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020），陶瓷用高岭土中 Al₂O₃、SiO₂、Fe₂O₃、TiO₂、CaO、MgO、K₂O、Na₂O、SO₃、烧失量、白度均为 1.00）。

质量情况见表 7-3、表 7-4、表 7-5。基本分析样中 Fe₂O₃、TiO₂ 内检合格率 100%，Al₂O₃ 内检合格率 98.31%；基本分析样中 Al₂O₃、Fe₂O₃ 外检合格率为 100%，TiO₂ 外检合格率 97.14%。组合分析样中 SiO₂、CaO、MgO、K₂O、Na₂O、SO₃、烧失量、白度内外检合格率均为 100%。

各项分析均满足合格率大于规范≥90%要求，测试过程中产生偶然误差的可能较小，基本能满足核实工作要求。

表 7-3 内、外检样基本分析质量情况统计表

内检样				外检样			
分析项目	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	分析项目	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
抽查数（个）	59	59	59	抽查数（个）	35	35	35
超差数（个）	1	0	0	超差数（个）	0	0	1
合格率（%）	98.31	100	100	合格率（%）	100	100	97.14
规范要求（%）	≥90	≥90	≥90	规范要求（%）	≥90	≥90	≥90
判别	合格	合格	合格	判别	合格	合格	合格

表 7-4 内检组合分析样质量情况统计表

分析项目	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O ₂	Na ₂ O	SO ₃	烧失量	白度
抽查数（个）	6	6	6	6	6	6	6	6
超差数（个）	0	0	0	0	0	0	0	0
合格率（%）	100	100	100	100	100	100	100	100
规范要求（%）	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90
判别	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

表 7-5 外检组合分析样质量情况统计表

分析项目	SiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O ₂	Na ₂ O	SO ₃	烧失量	白度
抽查数（个）	6	6	6	6	6	6	6	6
超差数（个）	0	0	0	0	0	0	0	0
合格率（%）	100	100	100	100	100	100	100	100
规范要求（%）	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90	≥90
判别	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

7.6.2 岩矿鉴定样

为研究矿区内矿石的结构构造、矿物成分及其共生组合关系，确定岩石矿物名称，在矿区内采取具有代表性的各类矿石及夹石。按矿石类型从钻孔中采集岩矿鉴定样 8 件，其规格满足鉴定和标本陈列要求。样品由广东省矿产应用研究所鉴定，测试执行《岩矿鉴定技术规范》DZ/T0275 -2015 标准，质量可靠。

7.6.3 稀土分析样

本次核实工作采集 9 个样品，其中地表样 5 个，钻孔样 4 个，进行离子相稀土总量分析测试，样品送往广东省第五地质大队测试，测试根据《地质矿产实验测试质量管理规范》（1994）要求进行，质量可靠。

7.6.4 建设用砂样

本次工作中共采集了 3 组建设用砂分析样，在中细粒花岗岩中采取 2 组样品，在中粗粒斑状花岗岩中采取 1 组样品，进行建设用砂淘洗率分析以及淘洗后砂的物理性能分析，样品送广东省第五地质大队测试，分析结果见附件 8，测试根据《地质矿产实验测试质量管理规范》（1994）要求进行，质量可靠。

7.6.5 淘洗率样

本次工作中共采集了 5 组淘洗率分析样。采样方法是采取 25 个钻孔的松散矿石，5 个混合成一组，共 5 组，见表 7-6。高岭土淘洗率分析测试由始兴汇基矿业有限公司实验室完成，分析结果见附件 7。

表 7-6 淘洗率组合表

样品编号	组合孔号					备注
TXSY01	ZK1-1	ZK1-2	ZK02	ZK04	ZK05	组合
TXSY 02	ZK2-2	ZK2-3	ZK2-4	ZK21	ZK3-4	组合
TXSY 03	ZK26	ZK08	ZK11	ZK10	ZK22	组合
TXSY04	ZK4-2	ZK4-3	ZK13	ZK16	ZK18	组合
TXSY05	ZK5-1	ZK5-2	ZK5-3	ZK17	ZK15	组合

7.6.6 大体重样

本次核实工作共采集大体重样品 5 件。在强风化花岗岩层取样，采样规格为 20cm×20cm×20cm。在阴凉处风干后测量重量，以计算样品体重，最后求得平均值作为拟设矿区矿石体重。测定结果陶瓷土矿石（强风化中细粒二云母二长花岗岩）体重平均为 1.85g / cm³，中粗粒斑状黑云母二长花岗岩体重平均为 1.91g / cm³，具体见表 7-7。

表 7-7 大体重计算表

样品编号	样品规格 (cm)	样品重量 (kg)	样品体积 (m ³)	体重 (t/m ³)	备注
DT1	20×20×20	14.826	0.008	1.853	强风化中细粒二云母二长花岗岩
DT2	20×20×20	15.021	0.008	1.878	
DT3	20×20×20	14.632	0.008	1.829	
平均值				1.85	强风化中细粒二云母二长花岗岩
DT4	20×20×20	15.220	0.008	1.903	强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩
DT5	20×20×20	15.389	0.008	1.924	
平均值				1.91	强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩

7.6.7 小体重样

本次核实工作共采集小体重样品 12 件。在中风化中细粒二云母二长花岗岩层取样。送至长春建工勘测规划设计有限公司实验室内进行测定。测定结果瓷石矿石（中风化中细粒二云母二长花岗岩）体重平均为 $2.46\text{g} / \text{cm}^3$ ，具体见表 7-8。

表 7-8 小体重计算表

样品编号	体重 (t/m^3)	备注
ZK2-2-Y10	2.45	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK2-2-Y12	2.44	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK2-3-Y18	2.44	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK2-3-Y22	2.45	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK2-4-Y21	2.46	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK2-4-Y23	2.46	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK3-4-Y16	2.46	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK3-4-Y17	2.47	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK4-3-Y18	2.46	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK5-2-Y16	2.46	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK5-3-Y7	2.45	中风化中细粒二云母二长花岗岩
ZK5-3-Y12	2.47	中风化中细粒二云母二长花岗岩
平均值	2.46	

7.6.8 抗压强度样

本次核实工作，在钻孔工程上采集有代表性不同岩性岩石进行取样，样品规格：岩芯样为长宽比 >1 。按照矿石类型，在揭露到较完整长柱状岩心的钻孔中按矿体厚度 10m~15m 在完全新鲜岩芯中采取 1 组，每组 6 块样。

全区共采集抗压强度样 8 组，样品送往广东省矿产应用研究所测试，样品测试执行《岩石物理力学性质试验规程》（DZ/T0276-2015）标准，符合质量要求，结果可靠。

7.6.9 放射性样

本次工作共采取岩石放射性样品 4 件，样品选取矿区内有代表的岩石进行取样，所取样品质量大于 1kg，分析项目包括 C_{Ra} 、 C_{Th} 、 C_{K} 、 I_{Ra} 和 I_{γ} ，样品送往广东省第五地质大队测试，执行《建筑材料放射性核数限量》GB 6566-2010 和《岩石物理力学性质试验规程》第 17 部分：岩石放射性比活度试验 DZ/T0276-17-2015 标准，质量可靠。

7.6.10 地质编录和资料综合整理

(1) 实际材料图

比例尺 1:2000，用同比例尺实测地形图作为底图。该图主要反映地质测量、地质勘查工作、工程布置等各项工作的原始成果资料。精度符合规范要求。

(2) 地形地质图

比例尺 1:2000，用同比例尺实测地形图作为底图。根据 1:1000 勘探线剖面地质编录资料，按比例将探矿工程、取样样段、物理样、产状及各层地质界线等内容经综合研究、整饰编制而成。该图综合反映了矿区内矿床的平面分布特征，精度符合规范要求。

(3) 资源储量分布平面图

比例尺 1:2000，以同比例尺实测地形图作为底图。该图反映各级资源储量的平面分布总貌，表示了矿（岩）层各块段的编号、质量、级别和资源量状况。

所有图件，均用电脑成图与出图，数据准确、图面清晰、美观。

(4) 勘探线剖面图

比例尺 1:1000，根据地形剖面 and 工程编录及取样试验资料等编绘成图，根据工业指标圈出矿体、非矿体等，并标有资源量计算的各种符号。本图反映了地层层序、岩性、矿石品级、构造特征、矿体及非矿体的空间位置以及工程控制程度等，可满足 1:1000 的精度要求。

8 资源储量估算

8.1 工业指标

8.1.1 矿石质量要求

按照《矿产地质勘查规范 高岭土、叶蜡石、耐火粘土》（DZ/T0206-2020）规定，参考《矿产资源工业要求手册》陶瓷原料、填料、涂料中关于高岭土、长石第三类瓷土、瓷石、砂质高岭土一般工业指标如下：

砂质高岭土原矿质量指标： $\text{Al}_2\text{O}_3 > 14.0\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 < 2.0\%$ 、其中 $\text{TiO}_2 < 0.6\%$ ；

-325 目水筛淘洗精矿质量指标： $\text{Al}_2\text{O}_3 > 24.0\%$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2 < 2.5\%$ 、其中 $\text{TiO}_2 < 0.7\%$ ；-325 目水筛淘洗精矿淘洗率 $> 15\%$ 。

8.1.2 开采条件

最小可采厚度 $\geq 2\text{m}$ ；

最小夹石剔除厚度 $\geq 2\text{m}$ ；

剥采比 $\leq 0.5 : 1$ ；

露天矿采场最终边坡角：岩石状边坡为 60° ，松散状边坡为 45° ；

采场最终底盘最小宽度 $\geq 40\text{m}$ ；

最低开采标高+480m，高于当地最低侵蚀基准面（+450.0m）。

8.2 估算范围、对象

矿区范围内矿体出露最高点（标高+638m）为资源储量估算顶界，最低开采标高+480m 为资源储量估算的底界。估算对象为矿区范围内的陶瓷土矿、瓷石矿。

8.3 估算方法选择

陶瓷土矿体形态呈层状、似层状，边界较规则，矿体内部结构复杂程度简单，矿体基本连续，厚度变化较小，不含夹石，断裂构造不发育。据矿山开采情况及本次工程揭露获悉，矿体的有用组分分布较均匀，因此选用水平投影地质块段法估算陶瓷土矿体资源储量情况。

瓷石矿位于瓷土矿体下部，控制工程较少，宜采用垂直平行断面法估算瓷石矿体的资源储量情况。

另外，因现采矿权范围已经开采，根据现矿山采剥现状，矿石质量稳定，基

本未见夹层，宜采用垂直平行断面法估算现采矿证范围矿体的资源储量情况。

8.4 矿体圈定原则

矿区陶瓷土矿有用组分分布较均匀，矿体顺地形呈似层状分布。因此矿体圈定时以取样分析结果是否符合矿石质量指标为主，同时结合采场观测到的矿体露头进行现场圈定。具体原则如下：

1、单工程中矿体的圈定

(1) 优先圈定厚度 $\geq 2\text{m}$ 并符合陶瓷土矿石质量要求的样品为工业矿体；

(2) 对于单个或几个样品不符合陶瓷土矿石质量要求的，按厚度加权平均法求出单工程的平均值，平均值如果符合陶瓷土矿石质量要求仍可圈为工业矿体，如果不符则予以剔除；

(3) 矿体内如果有夹石且厚度 $\leq 2\text{m}$ 的，仍圈为工业矿体。

2、矿体的外推原则

(1) 相邻两工程间，同层矿体（或夹层），根据地质特征直接连接；

(2) 相邻两工程间，当一工程已圈定矿体而相邻工程为无矿工程，作有限工程外推处理，外推间距是有矿工程与无矿工程间距的 1/2 尖推；

(3) 见矿工程向外做无限外推时一般作控矿工程间距的二分之一作为矿体的尖灭边界；

(4) 经工程证实，矿体为围岩断开时，以围岩界线为矿体的边界。

8.5 块段划分及矿体储量类别

1、划分原则及块段编号

(1) 陶瓷土矿块段划分

矿体块段划分依赖于矿体圈定、资源储量估算范围和估算方法，并为它们所制约。本次陶瓷土矿体块段划分以钻探工程为基础，相邻两钻孔之间的连线，矿体边部工程外推边界作为块段的边界，同时以矿体顶底面及其岩性界线来划分，部分还有资源储量估算边界面、拟设采矿权范围边界线等。

矿体赋存于晚侏罗世侵入体强风化中细粒二云母二长花岗岩中，本次工作圈定 1 个陶瓷土矿体，编号为 V_1 。本次陶瓷土矿资源储量估算共划分 30 个块段，即块段 V1-1、V1-2、V1-3、V1-4、V1-5、V1-6、V1-7、V1-8、V1-9、V2-1、V2-2、V2-3、V2-4、V2-5、V2-6、V2-7、V3-1、V3-2、V3-3、V3-4、V3-5、V4-1、V4-2、

V4-3、V4-4、V4-5、V4-6、V4-7、V5-1 和 V5-2。

(2) 瓷石矿块段划分

为便于储量估算，本次瓷石矿体块段划分以勘探线剖面为基础，相邻两勘探线对应工程的连线，矿体最低开采标高作为块段的底界，同时以矿体顶底面及其岩性界线来划分，部分还有资源储量估算边界面、拟设采矿权范围边界线等。

矿体赋存于晚侏罗世侵入体中风化中细粒二云母二长花岗岩中，本次工作圈定 1 个瓷石矿体，编号为 V_{II} 。根据勘探线，在平面上将 V_{II} 矿体划分为 5 个块段，1 号勘探线至 2 号勘探线之间块段体积为 V_{II-1} ，2 号勘探线至 3 号勘探线之间块段体积为 V_{II-2} ，3 号勘探线至 4 号勘探线之间块段体积为 V_{II-3} ，4 号勘探线至 5 号勘探线之间块段体积为 V_{II-4} ，5 号勘探线至 1-2 号拐点线之间块段体积为 V_{II-5} 。

2、资源储量类型确定

本次核实工作进行了矿床开发经济意义概略性研究，结论是矿床开采是可行且经济的，根据《固体矿产资源/储量分类》（GB/T17766-2020），将所有资源储量类型定为资源量。仅从地质可靠程度出发，将经系统取样工程圈定并估算的资源量确定为控制资源量，将经稀疏取样工程圈定并估算的资源量，以及控制资源量或探明资源量外推部分确定为推断资源量。

陶瓷土矿中，圈定的 30 个块段中 26 个块段均由钻探工程圈定，所估算的资源量为控制资源量，仅 4 个块段 V1-1、V1-9、V2-7、V5-2 位于边界处或拐点转折处，仅有 2 个钻孔控制，而外围无工程控制，所估算的资源量为推断资源量。

瓷石矿中，本次核实施工的钻孔未能揭穿中风化层，深部钻孔控制不够，所估算的资源量皆为推断资源量。

8.6 参数确定

1、陶瓷土矿参数确定

(1) 块段可采矿体平均厚度（H）

矿体呈似层状产出，深部控制以钻孔为主，矿体厚度以钻孔揭露厚度计算。先计算各见矿钻孔矿体的厚度。然后取见矿钻孔可采矿体厚度的平均值。

块段平均厚度以块段内参加资源量估算的所有见矿钻孔的可采矿体厚度采用算术平均法求得。即：

$$H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n}{n}$$

(2) 块段面积 (S)

应用计算机 CAD 软件直接在资源储量估算平面图上量取各块段的面积(S)。

(3) 块段体积 (V)

用块段内矿体平均可采厚度乘以块段面积得出块段体积： $V=H \times S$ 。

(4) 矿石大体重

本次资源储量核实工作采集 3 件强风化中细粒二云母二长花岗岩(陶瓷土矿层)大体重样品,测定结果为陶瓷土矿石平均体重为 1.85g/cm^3 ;采集 2 件强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩(围岩)大体重样品,测定结果其平均体重为 1.91g/cm^3 。

2、瓷石矿参数确定

(1) 矿体面积 (S)

应用计算机 CAD 软件直接在矿区剖面图上分别读出并经换算,求得瓷石矿体剖面面积。

(2) 块段间距 (L)

两勘探线之间的矿体块段长度为资源储量估算平面图上两勘探线剖面间的垂直距离,边缘矿体块段长度为其对应勘探线剖面至矿体尖灭点的垂直距离,均可直接在资源储量估算平面图上量取。

(3) 垂直平行断面法估算公式的选择:

当相邻剖面面积相差 $>40\%$ 时,用截锥体公式计算块段体积:

$$V = 1/3 \times [S_a + S_b + (S_a \times S_b)^{1/2}] \times L \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

当相邻剖面的矿体形状相似时,其面积相对差值小于 40%时,采用梯形体的体积计算公式计算块段体积:

$$V = (S_a + S_b) \times L \div 2 \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

当矿体作楔形体尖灭时,采用楔形体的体积计算公式计算块段体积:

$$V = (S \times L) \div 2 \dots\dots\dots \textcircled{3}$$

当矿体作锥形体尖灭时,采用⑤号锥形体的体积计算块段体积:

$$V = (S \times L) \div 3 \dots\dots\dots \textcircled{4}$$

(4) 矿石小体重

本次资源储量核实工作采集 12 件中风化中细粒二云母二长花岗岩（瓷石）小体重样品，测定结果为瓷石平均体重为 2.46g/cm^3 。

3、陶瓷土矿预留边坡参数确定

（1）块段可采矿体平均厚度（H）

矿体呈似层状产出，深部控制以钻孔为主，矿体厚度以钻孔揭露厚度计算。先计算各见矿钻孔矿体的厚度。然后取见矿钻孔可采矿体厚度的平均值。

块段平均厚度以块段内参加资源量估算的所有见矿钻孔的可采矿体厚度采用算术平均法求得。即：

$$H = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + \dots + H_n}{n}$$

（2）块段预留边坡截面积（S）

陶瓷土矿预留边坡坡角为 45° ，可采平均厚度为 H，则可计算出块段预留边坡截面积 $S = H \times (H \div \tan(45^\circ)) \div 2$ 。

（3）块段预留边坡长度

应用计算机 CAD 软件直接在资源储量估算平面图上量取各块段预留边坡长度（L）。

（4）块段预留边坡体积（V）

用块段内预留边坡长度乘以块段预留边坡截面积得出块段体积： $V = L \times S$ 。

8.7 资源/储量估算结果

8.7.1 资源储量估算基准日

资源储量估算基准日为 2022 年 12 月 31 日。

8.7.2 拟设采矿权范围累计查明资源储量估算

拟设采矿权范围内矿体根据风化程度不同，区分为 2 种矿体类型，强风化中细粒二云母二长花岗岩为陶瓷土矿，中风化中细粒二云母二长花岗岩为瓷石矿，现分别对 2 种矿体进行估算：

1、陶瓷土矿累计查明资源储量估算

由于现采矿证范围仅在边界上有钻孔控制，其内部并无钻探工程揭露矿体厚度，采用水平投影地质块段法计算拟设矿区资源量时将现采矿证内的消耗资源量也一并计算入内，用该方法计算出的资源量为累计查明资源储量。

经估算，截至 2022 年 12 月 31 日，拟设采矿权范围内累计查明陶瓷土矿资

源量矿石量为 16296.35kt（其中控制资源量矿石量为 16100.12kt，推断资源量矿石量为 196.23kt）；累计查明瓷石矿推断资源量矿石量为 26688.62kt。

拟设采矿权范围内陶瓷土矿累计查明资源量具体估算过程见表 8-1、表 8-2、表 8-3。

表 8-1 拟设采矿权范围陶瓷土矿未扣除边坡时资源储量估算结果表

块段编号	资源量类别	平均厚度(m)	块段面积(m ²)	块段体积(m ³)	矿石体重(t/m ³)	矿石量(kt)
V1-1	推断	9.80	5464	53547	1.85	99.06
V1-2	控制	22.17	9123	202257	1.85	374.18
V1-3	控制	7.37	5832	42982	1.85	79.52
V1-4	控制	15.03	13690	205761	1.85	380.66
V1-5	控制	27.60	15572	429787	1.85	795.11
V1-6	控制	18.70	9834	183896	1.85	340.21
V1-7	控制	38.60	19718	761115	1.85	1408.06
V1-8	控制	43.97	11488	505127	1.85	934.49
V1-9	推断	34.75	4569	158773	1.85	293.73
V2-1	控制	29.9	3542	105906	1.85	195.93
V2-2	控制	26.80	11673	312836	1.85	578.75
V2-3	控制	23.67	3831	90680	1.85	167.76
V2-4	控制	30.25	14389	435267	1.85	805.24
V2-5	控制	32.45	21612	701309	1.85	1297.42
V2-6	控制	42.82	29791	1275651	1.85	2359.95
V2-7	推断	47.93	4970	238212	1.85	440.69
V3-1	控制	29.23	9688	283180	1.85	523.88
V3-2	控制	28.00	15393	431004	1.85	797.36
V3-3	控制	37.12	8531	316671	1.85	585.84
V3-4	控制	29.37	13220	388271	1.85	718.30
V3-5	控制	30.72	13070	401510	1.85	742.79
V4-1	控制	31.36	4587	143848	1.85	266.12
V4-2	控制	39.17	19742	773294	1.85	1430.59
V4-3	控制	35.84	10603	380012	1.85	703.02
V4-4	控制	30.40	8400	255360	1.85	472.42
V4-5	控制	24.10	5848	140937	1.85	260.73
V4-6	控制	27.30	1697	46328	1.85	85.71
V4-7	控制	33.37	12062	402509	1.85	744.64
V5-1	控制	31.52	6218	195991	1.85	362.58
V5-2	推断	29.15	2605	75936	1.85	140.48
合计	控制			9411490	1.85	17411.26
	推断			526468	1.85	973.97
	控制+推断			9937958	1.85	18385.22

表 8-2 拟设采矿权范围陶瓷土矿预留边坡方量估算结果表

块段编号	资源量类别	边坡长度 (m)	可采矿体平均厚度 (m)	边坡角 (°)	边坡体积 (m³)	矿石体重 (t/m³)	边坡量(kt)
V1-1	推断	154.0	6.00	45	2772	1.85	5128.20
V1-2	控制	106.0	22.17	45	26050	1.85	48192.45
V1-3	控制	168.0	8.50	45	6069	1.85	11227.65
V1-6	控制	133.5	12.00	45	9612	1.85	17782.20
V1-9	推断	216.0	34.75	45	130417	1.85	241270.99
V2-1	控制	74.6	29.90	45	33347	1.85	61691.16
V2-2	控制	33.0	26.80	45	11851	1.85	21924.28
V2-3	控制	208.0	23.67	45	58268	1.85	107795.74
V2-7	推断	231.0	45.75	45	241749	1.85	447235.13
V3-1	控制	224.0	29.23	45	95692	1.85	177030.21
V3-5	控制	196.0	32.00	45	100352	1.85	185651.20
V4-1	控制	107.0	31.36	45	52615	1.85	97336.92
V4-2	控制	111.0	39.17	45	85153	1.85	157533.11
V4-3	控制	113.0	23.40	45	30937	1.85	57233.71
V4-5	控制	126.0	22.40	45	31611	1.85	58480.13
V4-6	控制	138.0	27.30	45	51425	1.85	95136.27
V5-1	控制	233.0	31.52	45	115744	1.85	214126.33
V5-2	推断	107.0	29.15	45	45460	1.85	84101.28
合计	控制						1311.14
	推断						777.74
	控制+推断						2088.88

表 8-3 拟设采矿权范围陶瓷土矿扣除边坡后累计查明资源储量统计结果表

名称	资源量类别	矿石量(kt)	边坡量 (kt)	累计查明资源储量 (kt)	备注
V I 矿体	控制	17411.26	1311.14	16100.12	
	推断	973.97	777.74	196.23	
合计	控制+推断			16296.35	

2、瓷石矿矿累计查明资源储量估算

瓷石矿资源储量估算时，东西两侧边坡已在剖面上扣除，据钻孔 ZK1-1、ZK1-2 揭露，南侧边坡皆为陶瓷土，仅扣除北侧瓷石边坡方量即可。经估算，截至 2022 年 12 月 31 日，拟设采矿权范围内累计查明瓷石矿推断资源量矿石量为 26688.62kt；具体估算结果见表 8-4。

表 8-4 拟设采矿权范围瓷石矿资源储量估算结果表

块段编号	资源量估算			备注	资源量类型
VⅡ-1	块段宽度(m)	200.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	推断资源量
	剖面面积(m ²)	S ₁₋₂	0		
		S ₂₋₂	13594		
	矿石体积(m ³)	1359400.00			
VⅡ-2	块段宽度(m)	200.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	推断资源量
	剖面面积(m ²)	S ₂₋₂	13594		
		S ₃₋₂	14236		
	矿石体积(m ³)	2783000.00			
VⅡ-3	块段宽度(m)	200.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	推断资源量
	剖面面积(m ²)	S ₃₋₂	14236		
		S ₄₋₂	21673		
	矿石体积(m ³)	3590900.00			
VⅡ-4	块段宽度(m)	200.00		V=[S ₁ +S ₂ +（S ₁ ×S ₂ ） ^{1/2}] L÷3	推断资源量
	剖面面积(m ²)	S ₄₋₂	21673		
		S ₅₋₂	11008		
	矿石体积(m ³)	3208461.20			
VⅡ-5	块段宽度(m)	58.68		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	推断资源量
	剖面面积(m ²)	S ₅₋₂	11008		
		S ₆₋₂	0		
	矿石体积(m ³)	322974.72			
V _{1-2 边坡}	边坡长度（m）	L	225	V=L×（H×（H÷tan（α）） ÷2）	推断资源量
	可采瓷石厚度（m）	H	80		
	边坡角（°）	α	60		
	边坡体积(m ³)	415704			
合计	矿石总体积(m ³)	10849031.92		瓷石平均体积质量值为 2.46t/m ³	推断资源量
	总矿石量（kt）	26688.62			

8.7.3 现矿区首次普查资源储量

根据核工业二九〇研究所 2010 年 5 月提交的《广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿普查报告》，截至 2009 年 12 月 31 日，矿区范围内保有推断的内蕴经济资源量（333）419.462kt。

8.7.4 本次核实现矿区范围内资源储量估算

据本次核实估算，截至 2022 年 12 月 31 日，现矿区范围（开采标高+600～+535m）累计查明陶瓷土矿控制资源量矿石量 691.31kt，累计消耗资源量 355.76kt，保有陶瓷土矿控制资源量矿石量 335.55kt。现矿区范围内累计查明资源储量估算见表 8-5，累计消耗资源储量估算结果见表 8-6，与上一次储量核实结果对比见

表 8-7。

表 8-5 现矿区范围累计查明陶瓷土矿资源储量估算表

块段编号	资源量估算			估算公式	资源量类型
V _{证1}	块段宽度(m)	25.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₁₋₂	0		
		S ₁	3490		
	矿石体积(m ³)	43625.00			
V _{证2}	块段宽度(m)	30.99		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₁	3490		
		S ₂	2553		
	矿石体积(m ³)	93636.29			
V _{证3}	块段宽度(m)	38.93		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₂	2553		
		S ₃	2612		
	矿石体积(m ³)	100536.73			
V _{证4}	块段宽度(m)	39.06		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₃	2612		
		S ₄	2430		
	矿石体积(m ³)	98470.26			
V _{证4}	块段宽度(m)	30.95		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₄	2430		
		S ₅	2120		
	矿石体积(m ³)	70411.25			
V _{证6}	块段宽度(m)	25.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₅	2120		
		S ₄₋₃	0		
	矿石体积(m ³)	26500.00			
V _{1-2 边坡}	边坡长度（m）	L	140	V=L×（H×（H÷tan(α)）÷2）	需扣除
	可采瓷石厚度（m）	H	25		
	边坡角（°）	α	45		
	边坡体积(m ³)	43750			
V _{4-3 边坡}	边坡长度（m）	L	140	V=L×（H×（H÷tan(α)）÷2）	需扣除
	可采瓷石厚度（m）	H	15		
	边坡角（°）	α	45		
	边坡体积(m ³)	15750			
合计	矿石总体积(m ³)	373679.52		矿石平均体积质量值为 1.85t/m ³	控制资源量
	总矿石量（kt）	691.31			

表 8-6 现矿区范围累计消耗陶瓷土矿资源储量估算表

块段编号	资源量估算			估算公式	资源量类型
V _{证采1}	块段宽度(m)	25.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S ₁₋₂	0		
		S _{采1}	1011		
	矿石体积(m ³)	12637.50			
V _{证采2}	块段宽度(m)	30.99		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S _{采1}	1011		
		S _{采2}	918		
	矿石体积(m ³)	29889.86			
V _{证采3}	块段宽度(m)	38.93		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S _{采2}	918		
		S _{采3}	1411		
	矿石体积(m ³)	45333.99			
V _{证采4}	块段宽度(m)	39.06		V=[S ₁ +S ₂ +（S ₁ ×S ₂ ） ^{1/2}] L÷3	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S _{采3}	1411		
		S _{采4}	1662		
	矿石体积(m ³)	59948.85			
V _{证采5}	块段宽度(m)	30.95		V=[S ₁ +S ₂ +（S ₁ ×S ₂ ） ^{1/2}] L÷3	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S _{采4}	1662		
		S _{采5}	708		
	矿石体积(m ³)	35641.57			
V _{证采3}	块段宽度(m)	25.00		V=（S ₁ +S ₂ ）×L÷2	控制资源量
	剖面面积(m ²)	S _{采5}	708		
		S _{采6}	0		
	矿石体积(m ³)	8850.00			
合计	矿石总体积(m ³)	192301.75		矿石平均体积质量值为 1.85t/m ³	控制资源量
	总矿石量（kt）	355.76			

表 8-7 现矿区本次核实与上一次普查资源储量对照表

上一次普查资源量 (kt)			本次核实资源量 (kt)			勘查增减 (+/-)
累计查明 (333)	累计消耗	保有 (333)	累计查明 (控制资源量)	累计消耗	保有 (控制资源量)	增加 271.848 kt
419.462	0	419.462	691.31	355.76	335.55	

8.7.5 现矿区资源储量勘查增减情况说明

上一次普查时,采用水平投影地质块段法估算资源储量时采用的陶瓷土矿体厚度为 8.1~8.5m,由于矿区较小,开采高差约 60m,边坡角 45°,需预留的边坡方量较多,资源量估算时未扣除边坡方量,使得上一次估算的结果偏大;本次核实,根据采场揭露及钻孔揭露,现矿区范围内矿体厚度为 24.3~25.6m,由于

本次核实采用垂直平行断面法估算现矿区资源储量，确定的矿体厚度比上一次普查时明显增厚，从而导致现矿区范围资源储量增加较多，较之上次普查增加了 271.848 kt。

8.7.6 采矿权范围内资源储量估算汇总

据本次核实，拟设矿区范围包含现矿区范围，现矿区范围无证外消耗资源量，其累计消耗资源量也即为拟设矿区累计消耗资源量，矿石陶瓷土淘洗率平均为 22.02%。

据估算，截至 2022 年 12 月 31 日，拟设采矿权范围内累计查明砂质高岭土矿资源量矿石量为 42984.97kt（控制资源量矿石量为 16100.12kt，推断资源量矿石量为 26884.85kt），其中陶瓷土矿累计查明资源量矿石量为 16296.35kt（控制资源量矿石量为 16100.12kt，推断资源量矿石量为 196.23kt），瓷石矿累计查明推断资源量矿石量为 26688.62kt；累计消耗资源量矿石量 355.76kt；保有砂质高岭土矿控制+推断资源量矿石量为 42629.21kt（控制资源量矿石量为 15744.36kt，推断资源量矿石量为 26884.85kt），其中陶瓷土矿保有控制+推断资源量矿石量为 15940.59kt（控制资源量矿石量为 15744.36kt，推断资源量矿石量为 196.23kt），瓷石矿保有推断资源量矿石量为 26688.62kt。拟设矿区内砂质高岭土矿（陶瓷土+瓷石）资源储量估算汇总见表 8-8。

表 8-8 拟设采矿权范围陶瓷土矿资源储量估算汇总表

勘查范围	名称	资源储量类别	累计查明 (kt)		累计消耗 (kt)		保有 (kt)		备注
			矿石量	粘土量	矿石量	粘土量	矿石量	粘土量	
现矿区范围	陶瓷土	控制	691.31	152.23	355.76	78.34	335.55	73.89	拟设矿区包含现矿区范围； 淘洗率取 22.02 %
		推断	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		合计	691.31	152.23	355.76	78.34	335.55	73.89	
拟设矿区范围	V I 矿体 (陶瓷土)	控制	16100.12	3545.25	355.76	78.34	15744.36	3466.91	
		推断	196.23	43.21	0.00	0.00	196.23	43.21	
		合计	16296.35	3588.46	355.76	78.34	15940.59	3510.12	
	V II 矿体 (瓷石)	控制	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		推断	26688.62	5876.83	0.00	0.00	26688.62	5876.83	
		合计	26688.62	5876.83	0.00	0.00	26688.62	5876.83	
	合计 (砂质高岭土)	控制	16100.12	3545.25	355.76	78.34	15744.36	3466.91	
		推断	26884.85	5920.04	0.00	0.00	26884.85	5920.04	
		合计	42984.97	9465.29	355.76	78.34	42629.21	9386.95	

8.7.7 剥采比

1、第四系覆盖层

第四系覆盖层除现矿区外，其它位置均未剥离，一般厚度在 0.8~5.0m 之间，平均厚度 2.4m。经计算，矿区范围内第四系覆盖层体积约为 65.89 万 m³(表 8-9)，该层不进行综合利用，在将来矿山开发利用时可预留作土地复垦的土壤资源。

表 8-9 拟设采矿权范围第四系覆盖层剥离量估算结果表

块段编号	覆盖层面积(m ²)	覆盖层厚度 (m)	剥离量 (m ³)	备注
V1-1	3891	3.50	13619	
V1-2	13436	2.90	38964	
V1-3	3661	3.50	12814	
V1-4	14307	2.97	42492	
V1-5	17849	2.15	38375	
V1-6	9834	3.50	34419	
V1-7	19718	2.25	44366	
V1-8	11488	2.05	23550	
V1-9	4569	2.50	11423	
V2-1	3542	2.00	7084	
V2-2	11673	1.50	17510	
V2-3	3831	1.50	5747	
V2-4	12567	1.70	21364	
V2-5	3986	2.20	8769	
V2-6	25853	1.00	25853	
V2-7	4970	2.30	11431	
V3-1	9688	2.40	23251	
V3-2	12807	2.60	33298	
V3-3	8531	1.75	14929	
V3-4	13220	1.25	16525	
V3-5	13070	3.50	45745	
V4-1	4587	1.30	5963	
V4-2	19742	1.00	19742	
V4-3	10603	3.50	37111	
V4-4	8400	2.70	22680	
V4-5	5848	3.50	20468	
V4-6	1697	1.65	2800	
V4-7	12062	2.70	32567	
V5-1	6218	2.40	14923	
V5-2	2605	4.26	11097	
合计			658878	

2、强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩

据本次核实，强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩层的松散堆积密度、空隙率均不符合建设用砂的要求，在矿山开发时可考虑将 G3-1 块段作为矿山开采台阶，开采出的矿体可考虑将其用于当地建设用地回填料综合利用；而 G4-1 块段范围较大，又位于矿区边界处，开采该块段不经济，矿山开发时不对其进行开采。

强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩分布于矿区的北西侧，呈不规则状出露，出露面积 0.0102km^2 ，约占整个矿区的 3.10%，原岩经风化呈砂土状，结构松散，出露厚度 $28.56\sim 58.47\text{m}$ ，平均 38.63m ，经估算，强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩体积为 39.25万 m^3 （合 749.64kt ），其中需剥离的量为 8.77万 m^3 （合 167.56kt ）（表 8-10）。

表 8-10 拟设采矿权范围强风化中粗粒斑状花岗岩剥离量估算结果表

块段编号	平均厚度(m)	块段面积(m^2)	块段体积(m^3)	体重(t/m^3)	质量(kt)	备注
G3-1	38.63	2271	87729	1.91	167.56	剥离
G4-1	38.63	7889	304752	1.91	582.08	保留
合计			392481	1.91	749.64	

3、剥采比

经计算，矿区范围内第四系覆盖层体积为 65.89万 m^3 ，需剥离的强风化中粗粒斑状黑云母二长花岗岩体积为 8.77万 m^3 。

总剥离量 $65.89+8.77=74.66\text{万 m}^3$ 。

矿区范围内保有资源量为 $861.6+1084.9=1946.5\text{万 m}^3$ 。

则露天开采剥采比为： $74.66\text{万 m}^3 \div 1946.5\text{万 m}^3 \approx 0.038$ 。

9 矿床开发经济意义概略研究

9.1 国内资源状况、市场供求及价格

随着经济的迅猛发展和房地产业的异军突起，带动了建筑材料产业的飞速发展，基础建设市场对陶瓷土的需求量与日俱增。而绿色矿山观念的不断加强，一大批影响景观、污染环境、地质灾害严重、治理落后的矿山关闭，进一步加剧市场需求，推动陶瓷土价格持续走高。

由于原矿淘洗后的中砂、细砂未达到建设用砂要求，根据矿山以往的生产销售情况，将原矿淘洗、磁选后，再将陶瓷土精矿与中细砂按照一定比例进行配比，加工成钾钠砂进行售卖，钾钠砂不含税市场销售价格 50 元/t。

9.2 矿床的资源储量、矿石加工技术性能及矿床开采技术条件

本次工作探获一个大型陶瓷土矿床，探获砂质高岭土保有控制+推断资源量 42629.21kt。

本区陶瓷土矿石的加工技术性能良好。

本矿床开采技术条件属水文地质条件简单、工程地质条件中等，环境地质条件中等的（Ⅱ-4 类）类型。

9.3 供水、供电、交通运输等外部条件概况

矿区开采用水量少，且附近有地表水塘可供使用，供水方便。

矿区西北侧约 300m 处为陶瓷土加工厂，可直接利用该工业用电线路，供电方便。

矿区有约 4.0km 水泥路与县道 X346 相连，再经约 6.0km 县道 X346 与省道 S244 线相连，经 40km 的省道 S244 线可至始兴县城区，往西约 80km 经曲江区小坑镇可至韶关市，矿区经 11.5km 路程可至 G4E 武深高速司前出口，矿区交通条件较为便利。

当地居民人口密集，劳动力比较充足。同时当地政府为加快地方陶瓷土矿产的开发力度，促进地方经济发展，对工矿企业在地方关系、土地征用及政策优惠等给予大力支持和扶持。

9.4 矿山产出规模、服务年限及产品方案

（1）矿山生产规模

根据矿山开采技术条件、矿山开采及市场需求，确定生产规模为 100 万 t/年。

（2）服务年限

本矿山为露天开采的非金属矿山，无需做更多的地质工作即可开发利用，资源量可行性系数取 1.0。

①矿山设计利用的矿产资源量（Q）：

$$Q = \text{保有资源储量} \times \text{可行性系数} = 42629.21 \text{kt} \times 1.0 = 42629.21 \text{kt}$$

②矿山服务年限（T）：

$$T = Q \times \eta \times K / A = 42629.21 \text{kt} \times 100\% \times 95\% \div 100 \text{万 t} \approx 40.5 \text{年}$$

式中：A—矿山生产规模，万t/年。

η —设计资源利用率，取100%。

K—矿石回采率，取 95%。

③预计基建期约 1.0 年，矿山闭坑后恢复治理期为 1.0 年，则矿山总服务年限为 42.5 年。

（3）产品方案

产品方案为陶瓷用钾钠砂。

9.5 预计的开采方式、开拓方式、采矿方法

（1）预计矿山开采方式：露天开采。

（2）预计开拓方式：公路开拓法。

（3）预计采矿方法：从上往下分平台阶采矿法。

9.6 评价方法的选择及技术经济指标的选取

根据矿山企业特点，从投入、生产、产出等方面提出矿山企业经济效益综合评价的多层次指标体系。

9.7 经济效益计算

本节估算价格均为不含税价格。

9.7.1 年销售收入（P）

$$P = \text{年生产规模} \times \text{销售单价} = 100 \text{万 t} \times 90\% \times 50 \text{元/t} = 4500 \text{万元/年}。$$

钾钠砂综合利用率取 90%。

9.7.2 年成本估算

(1) 矿山基建投资估计 (K)

矿山基建投资主要为厂区建设、采掘和供电设备投资，其中设备投资额约 3000 万元，按折旧每年 10% 计，则每年基建投资成本 $3000.00 \times 10\% = 300$ 万元；厂区建设、采掘投资额预计约 1000 万元，折旧每年 20% 计，则厂区建设、采掘投资成本 $1000.00 \times 20\% = 200$ 万元。

(2) 年度采矿权出让收益成本 (Y)

出让收益市场基准价按“韶关市市县两级审批采矿权出让收益市场基准价 (2021 年修订)”确定，陶瓷土 2.81 元/t。则每年出让收益成本 $Y = 100 \text{ 万 t/年} \times 2.81 \text{ 元/t} = 281 \text{ 万元/年}$ 。

(3) 年生产成本估计

①年采、选矿成本：参照原矿山近年来的实际成本，采、选矿成本约为 15 元/t，即年采矿成本 $= 100 \text{ 万 t/年} \times 15 \text{ 元/m}^3 = 1500 \text{ 万元/年}$ 。

②年销售成本：5 元/t，即年销售成本 $= 100 \text{ 万 t/年} \times 5 \text{ 元/t} = 500 \text{ 万元/年}$ 。

③矿山年总成本 (S) = 基建折旧成本 + 出让收益 + 采矿成本 + 销售成本 + 管理费 (暂按每年 200 万元计) + 不可预计成本 (暂按每年 200 万元计)。

则： $S = 500 + 281 + 1500 + 500 + 200 + 200 = 3181 \text{ 万元}$ 。

④年资源税 (C)

从价征收，以销售收入为计算基数，陶瓷土取 4% (广东省 2020 年标准) 计， $C = 4500 \times 4\% = 180 \text{ 万元}$ 。

⑤年销售税金 (G)

根据国家税收有关规定，增值税税率为 13%；城市维护建设和教育附加应以增值税为税基，城市维护建设税率为 7%，教育附加为 3%，其他为 2%。

即年销售税金 $= (\text{年销售总额} - \text{年进项总额}) \times 13\% (1 + 7\% + 3\% + 2\%) = (4500 - 3181) \times 14.56\% = 192 \text{ 万元}$ 。

⑥年毛利润 (N)

$N = P - S - C - G = 4500 - 3181 - 180 - 192 = 947 \text{ 万元}$ 。

⑦企业所得税金 (F)

按毛利润的 25% 计， $F = N \times 25\% = 947 \times 25\% = 236.7 \text{ 万元}$ 。

9.7.3 利润指标

(1) 矿山年利润 (B)

$$B=N-F=947-236.7=710.2 \text{ 万元。}$$

(2) 矿山投资利润率 (W)

$$W=B/S=710.20/3181 \times 100\%=22.32\%$$

(3) 矿山静态投资回收期 (Th)

矿山服务年限 40.5 年。

$$\text{则 } Th=\text{矿山建设总投资}/B=(3000+1000+281 \times 40.5)/710.2=21.66 \text{ (年)}。$$

(4) 矿山总利润 (H)

$$H=B \times T=710.2 \times 40.5=28763 \text{ 万元。}$$

(5) 矿山总税金 (Cn)

$$Cn=(\text{年销售税金 } G+\text{年所得税金 } F) \times \text{服务年限}=(192+236.7) \times 40.5=17365 \text{ 万元。}$$

9.8 企业经济效益和社会效益、环境保护问题

该矿山建设投产后，矿山年利润 710.2 万元，总利润 28763 万元，上缴税金 17365 万元，21.66 年即可收回投资成本，经济效益较好。同时可为当地财政创造可观的税收，也可为当地解决不少于 80 个的就业机会等。矿山建设完全按照绿色矿山建设要求来做，可减少环境问题产生。

9.9 综合评价

矿石市场需求量大，价格稳定；矿石的加工技术性能良好；供水、供电、交通运输等外部条件良好；生产规模适中，服务期适中；开采方式、开拓方式、采矿方法简单易行；预期经济效益良好。综合矿山各方面情况，本矿山可投资开发，矿床开采是经济的。

10 结论

10.1 勘查工作程度及主要成果

本次核实工作通过系统的地质测量、工程控制、样品测试和室内综合整理研究，基本查明了矿区内矿体的分布、规模、形态及产状，查明了矿石类型和矿石质量及其变化情况。开展了水文地质、工程地质和环境地质工作及其它开采技术条件调查研究工作，各项工作基本达到了预期设计的地质工作要求，基本达到详查工作要求，为行政部门设置、招拍挂出让采矿权提供地质依据。

通过本次资源储量核实，提交《广东省始兴县司前镇甘太杨梅山陶瓷土矿资源储量核实报告》。

通过本次核实工作，经估算，截至2022年12月31日，拟设采矿权范围内累计查明砂质高岭土矿资源量矿石量为42984.97kt（控制资源量矿石量为16100.12kt，推断资源量矿石量为26884.85kt），其中陶瓷土矿累计查明资源量矿石量为16296.35kt（控制资源量矿石量为16100.12kt，推断资源量矿石量为196.23kt），瓷石矿累计查明推断资源量矿石量为26688.62kt；累计消耗资源量矿石量355.76kt；保有砂质高岭土矿控制+推断资源量矿石量为42629.21kt（控制资源量矿石量为15744.36kt，推断资源量矿石量为26884.85kt），其中陶瓷土矿保有控制+推断资源量矿石量为15940.59kt（控制资源量矿石量为15744.36kt，推断资源量矿石量为196.23kt），瓷石矿保有推断资源量矿石量为26688.62kt。探求的保有控制资源量占比为36.93%，达到高岭土矿床详查阶段中控制资源量 $\geq 30\%$ 的占比要求。

矿山剥采比为：0.038：1。

10.2 矿床成矿基本规律及远景评价

陶瓷土矿赋存于晚侏罗世强风化中细粒二云母二长花岗岩中，属风化残积型陶瓷土矿，矿体呈层状、似层状产出，矿体形态简单，出露规模大，根据本次勘查工作分析，在矿区外围的北部及东部寻找此类矿产具有良好前景。

10.3 开采技术条件和地质环境问题评价

矿山剥采比为 0.038：1，矿山开采成本低，可作为陶瓷土生产基地。

采场最终底盘最小宽度 $\geq 40\text{m}$ ，适宜全面开展生产工作。

本矿床开采技术条件属水文地质条件简单、工程地质条件中等，环境地质条件中等的（Ⅱ-4类）类型。

对采空区进行覆土整治，对排土场除应开挖截水沟、堆石坝、石笼坝等综合防护措施外，还应覆土种植植被，做好绿色矿山建设。

10.4 今后生产地质勘查和矿山开采的建议

（1）提交的资源量已满足本次核实任务要求。

（2）将来设置采矿权后，矿山必须严格按照开采设计要求进行开采，以提高安全生产系数。

（3）矿山采用露天开采，因陶瓷土矿层结构疏松，粘结性差，需防止滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的发生，避免意外损失。及时进行开采边坡支护和地表复垦工作，减少水土流失等不良地质现象的发生，保护环境。

（4）矿区夏秋季节多山洪暴雨，矿山开采时剥离量较大，未来废石、废土堆积区堆积的松散堆积物，若处置不当，在暴雨作用下存在发生泥石流的风险。

（5）矿区内强风化粗中粒黑云母花岗岩离子相稀土总量平均值虽未达到重稀土最低工业品位要求，但达到重稀土的边界品位，在今后矿山开采中，须加强监管。

（6）新时代对环境问题越来越重视，做好绿色矿山建设很重要。

勘查代表性照片



照片 1 原采场现状



照片 2 矿区植被



照片 3 ZK1-1 岩心



照片 4 ZK2-4 岩心 1



照片 5 ZK2-4 岩心 2



照片 6 ZK2-4 岩心 3



照片 7 ZK2-4 岩心 4



照片 8 ZK2-4 岩心 5



照片 9 ZK3-4 岩心 1



照片 10 ZK3-4 岩心 2



照片 11 ZK3-4 岩心 3



照片 12 ZK3-4 岩心 4



照片 13 ZK4-2 岩心 1



照片 14 ZK4-2 岩心 2



照片 15 ZK4-2 岩心 3



照片 16 ZK4-2 岩心 4



照片 17 ZK4-2 岩心 5



照片 18 ZK5-1 岩心 1



照片 19 ZK5-1 岩心 2



照片 20 ZK5-1 岩心 3



照片 21 ZK5-1 岩心 4



照片 22 TC4 探槽施工（地质界线）



照片 23 TC5 探槽施工



照片 24 岩性界线



照片 25 DT01 大体重取样



照片 26 DT02 大体重取样



照片 27 DT05 大体重取样



照片 28 SY02 地表水取样

